

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО «Костанайский региональный университет
имени Ахмет Байтұрсынұлы»

Радченко Т.А. Радченко П.Н.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Учебно-методическое пособие



СТЕМ-ПОДХОД



ПРОЕКТНАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ



ПРОГРАММИРОВАНИЕ



КОНСТРУИРОВАНИЕ

Костанай, 2026

УДК 371.3:004.896(075.8)

ББК 74.26я73

Р 15

Авторы:

Радченко Т.А. – м.е.н., старший преподаватель кафедры физики, математики и цифровых технологий

Радченко П.Н. - магистр информатики, старший преподаватель кафедры информационных систем

Рецензенты:

Соловьева С.В.– учитель информатики, педагог - исследователь КГУ «школа-лицей №1» отдела образования города Костаная Управления образования Костанайской области

Шумейко Т.С.– к.п.н., ассоциированный профессор, профессор кафедры физики, математики и цифровых технологий

Мауленов К.С. - доктор PhD, начальник отдела цифровых технологий и искусственного интеллекта

Радченко Т.А., Радченко П.Н.

Методика преподавания робототехники в начальной школе: Учебно-методическое пособие / Т.А. Радченко, П.Н. Радченко. – Қостанай: НАО КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, 2026. – 168 с.

ISBN 978-601-356-680-1

Учебно-методическое пособие «Методика преподавания робототехники в начальной школе» предназначено для студентов педагогических специальностей высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки учителей начального образования, информатики, STEM-дисциплин и дополнительного образования. Материалы пособия также могут быть полезны педагогам-практикам, руководителям кружков робототехники и молодым специалистам, осуществляющим организацию робототехнической деятельности обучающихся.

УДК 371.3:004.896(075.8)

ББК 74.26я73

Утверждено и рекомендовано Учебно-методическим советом Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы, протокол № 3 от 26.05.2026 г.



ISBN 978-601-356-680-1

© НАО «КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы», 2026

© Радченко Т.А., 2026

© Радченко П.Н., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Глава 1 Теоретические основы образовательной робототехники	7
1.1 Образовательная робототехника как направление современного образования	7
1.2 Цифровизация образования и развитие STEM-образования	8
1.3 Роль робототехники в формировании инженерного мышления младших школьников	10
1.4 Возрастные особенности учащихся начальной школы при обучении робототехнике	13
1.5 Нормативно-правовые основы преподавания робототехники в Республике Казахстан	15
1.6 Современные подходы и педагогические технологии в обучении робототехнике	17
1.7 Использование искусственного интеллекта и цифровых сервисов в обучении робототехнике	19
Глава 2 Аппаратно-программные средства образовательной робототехники	22
2.1 Виды образовательных робототехнических платформ	22
2.2 Образовательные возможности LEGO Mindstorms EV3	25
2.3 Основные элементы робототехнических систем	27
2.4 Датчики и исполнительные механизмы	29
2.5 Среда визуального программирования EV3	32
2.6 Основы алгоритмизации и программирования роботов	35
2.7 Проектирование робототехнических систем	38
Глава 3 Методика преподавания робототехники в начальной школе	42
3.1 Цели, задачи и содержание курса робототехники в начальной школе	42
3.2 Формы организации обучения робототехнике	44
3.3 Методы и приемы обучения робототехнике	46
3.4 Методика обучения конструированию роботов	48
3.5 Методика обучения программированию	50
3.6 Методика изучения датчиков и сенсорных систем	53
3.7 Организация проектной и исследовательской деятельности учащихся	55
3.8 Подготовка учащихся к соревнованиям по робототехнике	57
ГЛАВА 4. Практикум по образовательной робототехнике	60
Практическая работа №1 Знакомство с образовательной робототехникой и средой EV3	60
Практическая работа №2 Изучение базовых конструкций LEGO EV3	65
Практическая работа №3 Создание первой программы управления роботом	71

Практическая работа №4 Изучение интерфейса среды программирования EGO EV3.....	77
Практическая работа №5 Изучение датчика цвета LEGO EV3	82
Практическая работа №6 Изучение ультразвукового датчика LEGO EV3	88
Практическая работа №7 Изучение датчика касания LEGO EV3.....	93
Практическая работа №8 Изучение гироскопического датчика LEGO EV3.....	98
Практическая работа №9 Использование циклов в программировании LEGO EV3	103
Практическая работа №10 Использование ветвления в программах LEGO Mindstorms EV3.....	108
Практическая работа №11 Создание программы движения робота по линии.....	114
Практическая работа №12 Создание автономной робототехнической системы LEGO Mindstorms EV3.....	119
Практическая работа №13 Проектирование и создание робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3.....	126
Практическая работа №14 Подготовка и защита робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3.....	131
Практическая работа №15 Итоговый анализ и оценка эффективности робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3.....	138
Глава 5. Методические рекомендации преподавателю	144
5.1 Организация учебного занятия по робототехнике	144
5.2 Техника безопасности при работе с робототехническими наборами	146
5.3 Методические рекомендации по организации групповой и проектной работы	148
5.4 Практические рекомендации по использованию интерактивных методов обучения	149
5.5 Типичные ошибки учащихся и пути их предупреждения	151
5.6 Развитие творческих и исследовательских способностей учащихся	153
Глава 6. Оценивание результатов обучения	156
6.1 Формативное и суммативное оценивание	156
6.2 Критерии оценивания практических работ	157
6.3 Оценивание проектной деятельности	159
6.4 Рубрики, дескрипторы и чек-листы	161
Заключение	163
Список использованной литературы	165
Приложение А. Место робототехники в образовании.....	166
Приложение Б. Схема STEM-образования.....	167
Приложение В. Роль робототехники в образовательном процессе	168

ВВЕДЕНИЕ

Современное образование развивается в условиях цифровой трансформации общества, широкого внедрения информационно-коммуникационных технологий, автоматизированных систем и роботизированных комплексов. В этих условиях возрастает потребность в подготовке обучающихся, обладающих инженерным мышлением, алгоритмической культурой, цифровой грамотностью, навыками программирования, проектирования и решения практических задач [1–3].

Одним из эффективных средств формирования указанных компетенций является образовательная робототехника. Она объединяет элементы информатики, математики, физики, технологии, инженерии и педагогики, обеспечивая практико-ориентированный характер обучения. Использование образовательных робототехнических платформ позволяет обучающимся не только осваивать теоретические основы конструирования и программирования, но и применять полученные знания при разработке и исследовании действующих моделей роботов [4, 5].

Особое значение образовательная робототехника приобретает в начальной школе. Младший школьный возраст характеризуется высокой познавательной активностью, интересом к практической деятельности, потребностью в наглядности и использовании игровых методов обучения. Робототехнические конструкторы и среды визуального программирования позволяют организовать образовательный процесс в доступной, интерактивной и мотивирующей форме, способствуя развитию логического, алгоритмического и инженерного мышления обучающихся [2, 5].

Актуальность настоящего пособия определяется необходимостью методической подготовки будущих педагогов к организации занятий по робототехнике в начальной школе. Современный учитель должен владеть не только практическими навыками работы с образовательными робототехническими платформами, но и современными методическими подходами к организации учебной, проектной, исследовательской и групповой деятельности обучающихся, а также технологиями оценивания образовательных результатов [1–3].

Целью пособия является методическое сопровождение подготовки будущих педагогов к преподаванию робототехники в начальной школе, формирование у них теоретических знаний и практических умений в области организации образовательного процесса с использованием робототехнических технологий.

Для достижения поставленной цели в пособии решаются следующие задачи:

- раскрыть теоретические основы образовательной робототехники;
- охарактеризовать аппаратно-программные средства образовательной робототехники;
- рассмотреть методику преподавания робототехники в начальной школе;

- сформировать представление об организации проектной, исследовательской и практической деятельности обучающихся;
- представить систему практических работ по образовательной робототехнике;
- раскрыть методические рекомендации по организации занятий, технике безопасности, групповой работе и оцениванию результатов обучения.

Пособие ориентировано на изучение процесса обучения робототехнике в начальной школе и современных методических подходов к организации образовательной деятельности средствами образовательной робототехники. Представленные материалы направлены на формирование у будущих педагогов знаний и практических умений, необходимых для проектирования, проведения и анализа результатов занятий по робототехнике в условиях современной цифровой образовательной среды.

Практическая значимость пособия заключается в возможности его использования при подготовке студентов педагогических специальностей, изучении дисциплин методического цикла, организации практических занятий по образовательной робототехнике, реализации проектной деятельности, работе кружков технического творчества и STEM-ориентированного обучения, а также в системе дополнительного образования и повышения квалификации педагогических работников.

Пособие предназначено для студентов педагогических специальностей высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки учителей начального образования, информатики, STEM-дисциплин и дополнительного образования. Материалы пособия также могут быть полезны педагогам-практикам, руководителям кружков робототехники и молодым специалистам, осуществляющим организацию робототехнической деятельности обучающихся.

Особенностью пособия является сочетание теоретического материала, практических работ и методических рекомендаций, ориентированных на формирование профессиональных компетенций будущего педагога. Практическая часть построена на использовании робототехнической платформы LEGO Mindstorms EV3 и включает задания различного уровня сложности, направленные на развитие навыков конструирования, программирования и проектной деятельности.

Структура пособия включает введение, шесть глав, заключение, список использованной литературы и приложения. В пособии представлены теоретические материалы, практические задания, методические рекомендации, примеры проектов, критерии оценивания и дополнительные материалы, направленные на формирование профессиональных компетенций будущих педагогов в области образовательной робототехники.

ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

1.1 Образовательная робототехника как направление современного образования

Образовательная робототехника является одним из наиболее динамично развивающихся направлений современного образования [5,6]. Она объединяет технологии конструирования, программирования и инженерного проектирования, обеспечивая практико-ориентированный характер обучения [5, 6]. Использование робототехнических средств позволяет организовать активную познавательную деятельность обучающихся, направленную на решение практических задач, развитие технического творчества и формирование цифровых компетенций [6,7].

В современной образовательной практике робототехника рассматривается не только как объект изучения, но и как эффективный инструмент обучения [5,6,7]. Структура и междисциплинарный характер образовательной робототехники представлены на рисунке 1.1.

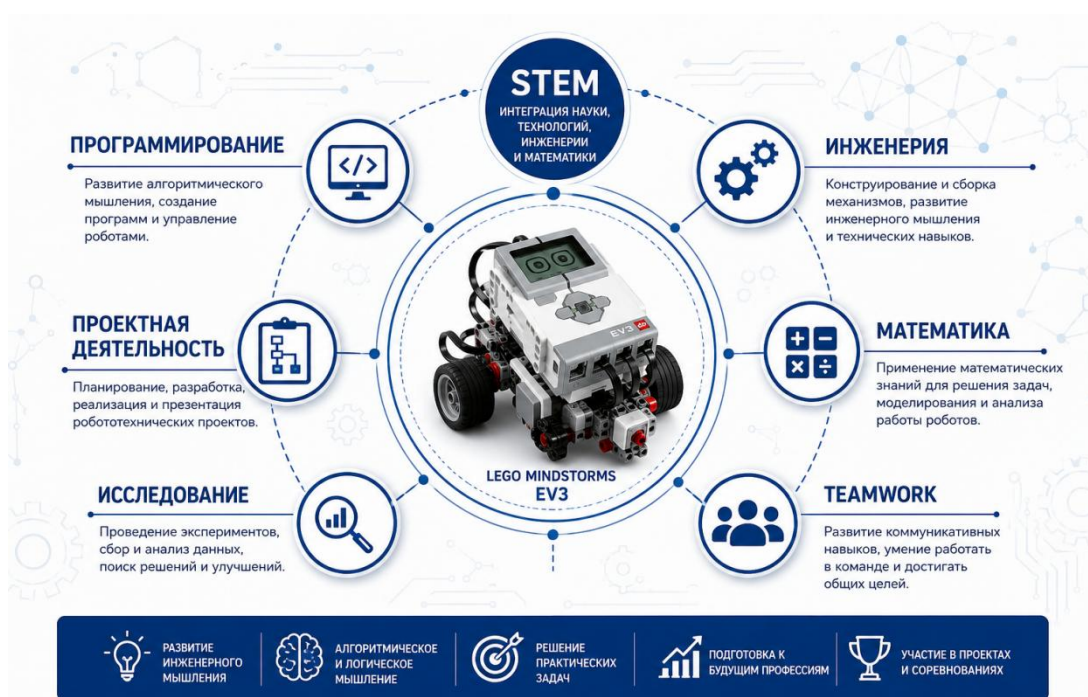


Рисунок 1.1 – Образовательная робототехника как интегративное направление STEM-образования

Образовательная робототехника обладает выраженным междисциплинарным характером и обеспечивает интеграцию знаний из различных предметных областей. Благодаря этому она рассматривается как эффективное средство организации практико-ориентированного обучения и формирования у обучающихся навыков решения реальных задач. Вопросы цифровизации образования, STEM-подхода и их роли в развитии

образовательной робототехники подробно рассматриваются в разделе 1.2 настоящего пособия.

В научной литературе отмечается, что образовательная робототехника способствует развитию у обучающихся логического мышления, алгоритмической культуры, навыков проектной деятельности, исследовательских умений, креативности, коммуникативных навыков, умений работать в команде, цифровой грамотности [5,8] (см. таб.1.1).

Таблица 1.1 – Развиваемые навыки средствами образовательной робототехники

Вид деятельности	Формируемые навыки и качества
Конструирование робота	Пространственное мышление, техническое творчество, точность
Программирование	Алгоритмическое мышление, логика, причинно-следственные связи
Работа с датчиками	Исследовательские умения, наблюдение, анализ данных
Проектная деятельность	Планирование, самостоятельность, ответственность
Работа в команде	Коммуникация, распределение ролей, сотрудничество
Участие в соревнованиях	Самоконтроль, стрессоустойчивость, поиск оптимального решения

Представленные в таблице 1.1 навыки и качества формируются в процессе практической деятельности обучающихся и отражают образовательный потенциал робототехники как средства развития личности ребенка. Использование робототехнических технологий способствует формированию технических, исследовательских и коммуникативных компетенций, востребованных в современном обществе..

1.2 Цифровизация образования и развитие STEM-образования

Современный этап развития общества характеризуется активным внедрением цифровых технологий во все сферы жизнедеятельности человека. Процессы цифровизации оказывают существенное влияние на экономику, науку, производство, культуру и систему образования. В этих условиях возрастает необходимость подготовки обучающихся, способных эффективно использовать современные информационные технологии, работать с информацией, применять инженерные знания и цифровые инструменты для решения учебных и практических задач [1-3,7].

Цифровизация образования представляет собой процесс интеграции цифровых технологий в образовательную среду, направленный на повышение качества обучения, расширение доступа к образовательным ресурсам и совершенствование методов организации образовательного процесса. В Республике Казахстан развитие цифрового образования является одним из приоритетных направлений модернизации системы образования и подготовки обучающихся к жизни в условиях цифрового общества.

В нормативных документах Республики Казахстан особое внимание уделяется развитию цифровой грамотности, исследовательских навыков, критического мышления и способности обучающихся использовать современные технологии в учебной и практической деятельности. Реализация данных задач требует внедрения инновационных педагогических подходов и современных образовательных технологий.

Цифровизация образования способствует повышению доступности образовательных ресурсов, развитию цифровой грамотности обучающихся и педагогов, внедрению интерактивных методов обучения, а также созданию условий для индивидуализации образовательного процесса.

Современная цифровая образовательная среда включает:

- электронные образовательные платформы;
- дистанционные технологии обучения;
- виртуальные лаборатории;
- интерактивные образовательные ресурсы;
- системы автоматизированного оценивания;
- робототехнические и программируемые комплексы;
- технологии искусственного интеллекта.

Одним из ключевых направлений цифровизации образования является внедрение STEM-образования, ориентированного на интеграцию науки (Science), технологий (Technology), инженерии (Engineering) и математики (Mathematics). STEM-образование представляет собой междисциплинарный подход к обучению, направленный на формирование у обучающихся практических навыков решения инженерных и технологических задач, развитие исследовательского мышления и способности применять знания в реальных жизненных ситуациях [7,8].

Основной особенностью STEM-подхода является интеграция различных учебных дисциплин в единое образовательное пространство. В отличие от традиционного предметного обучения STEM ориентирован на практическое применение знаний, выполнение проектов, решение проблемных задач и проведение исследований [7,8].

К основным принципам STEM-образования относятся:

- междисциплинарная интеграция;
- практико-ориентированное обучение;
- проектная и исследовательская деятельность;
- развитие инженерного мышления;
- применение современных цифровых технологий;
- формирование навыков командной работы;
- развитие креативности и инновационного мышления.

В последние годы широкое распространение получает STEAM-подход, включающий дополнительный компонент Arts — искусство и дизайн. Интеграция художественного творчества в образовательный процесс способствует развитию креативности, воображения и способности создавать инновационные решения [7-9].

Одним из наиболее эффективных средств реализации STEM-подхода является образовательная робототехника. В процессе конструирования и программирования роботов обучающиеся интегрируют знания из различных предметных областей, решают практические задачи, проводят исследования и реализуют проектную деятельность.

Средствами образовательной робототехники обеспечивается интеграция знаний из:

- математики;
- информатики;
- физики;
- инженерии;
- технологии;
- естествознания.

Работа с робототехническими системами позволяет обучающимся не только осваивать теоретические знания, но и применять их на практике, анализировать результаты своей деятельности, выявлять ошибки и совершенствовать разработанные решения. Благодаря этому робототехника рассматривается как эффективный инструмент формирования исследовательских и инженерных компетенций.

В условиях цифровизации образования существенно изменяется роль педагога. Современный учитель выступает не только источником знаний, но и организатором проектной, исследовательской и творческой деятельности обучающихся. Педагог должен владеть цифровыми технологиями, современными методиками STEM-обучения и навыками организации практико-ориентированного образовательного процесса [5,7,8].

Таким образом, цифровизация образования и развитие STEM-подхода создают условия для внедрения образовательной робототехники в учебный процесс. Использование робототехнических технологий способствует формированию у обучающихся инженерного мышления, развитию исследовательских навыков и подготовке к решению практических задач, что определяет особую роль робототехники в современном образовании.

1.3 Роль робототехники в формировании инженерного мышления младших школьников

Одной из важнейших задач современного образования является формирование у обучающихся инженерного мышления, позволяющего анализировать проблемы, проектировать решения и применять полученные знания на практике. Эффективным средством решения данной задачи выступает образовательная робототехника, обеспечивающая активное вовлечение младших школьников в процесс конструирования, программирования и исследования робототехнических моделей.

Инженерное мышление представляет собой особый тип мышления, характеризующийся способностью анализировать технические задачи,

проектировать решения, применять научные знания на практике и осуществлять поиск оптимальных способов достижения поставленной цели. Формирование инженерного мышления является важным условием подготовки обучающихся к жизни и деятельности в условиях современного технологического общества.

Основные компоненты инженерного мышления представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Компоненты инженерного мышления младших школьников

Компонент	Характеристика
Логическое мышление	Умение анализировать информацию и устанавливать причинно-следственные связи
Алгоритмическое мышление	Способность строить последовательность действий для решения задачи
Пространственное мышление	Умение представлять объекты и их взаимное расположение
Проектное мышление	Способность планировать и реализовывать решения
Исследовательские умения	Навыки наблюдения, анализа и экспериментирования
Техническое творчество	Поиск и разработка новых технических решений

Младший школьный возраст является благоприятным периодом для формирования первоначальных инженерных представлений. В данном возрасте активно развиваются познавательная активность, любознательность, наглядно-образное мышление и интерес к практической деятельности. Использование робототехнических конструкторов способствует развитию у обучающихся способности самостоятельно создавать модели, анализировать их работу и совершенствовать технические решения.

Робототехника обеспечивает интеграцию теоретических знаний и практической деятельности. В процессе работы с робототехническими наборами обучающиеся:

- изучают основы механики;
- знакомятся с принципами работы датчиков и исполнительных механизмов;
- осваивают основы алгоритмизации и программирования;
- учатся анализировать и исправлять ошибки;
- развивают навыки проектной и исследовательской деятельности.

Одной из важных особенностей робототехники является возможность обучения через практическую деятельность. Практико-ориентированный подход способствует более глубокому усвоению учебного материала, формированию устойчивой учебной мотивации и развитию интереса к техническому творчеству.

В процессе создания робототехнических проектов младшие школьники проходят основные этапы инженерной деятельности. Последовательность данных этапов представлена на рисунке 1.2.

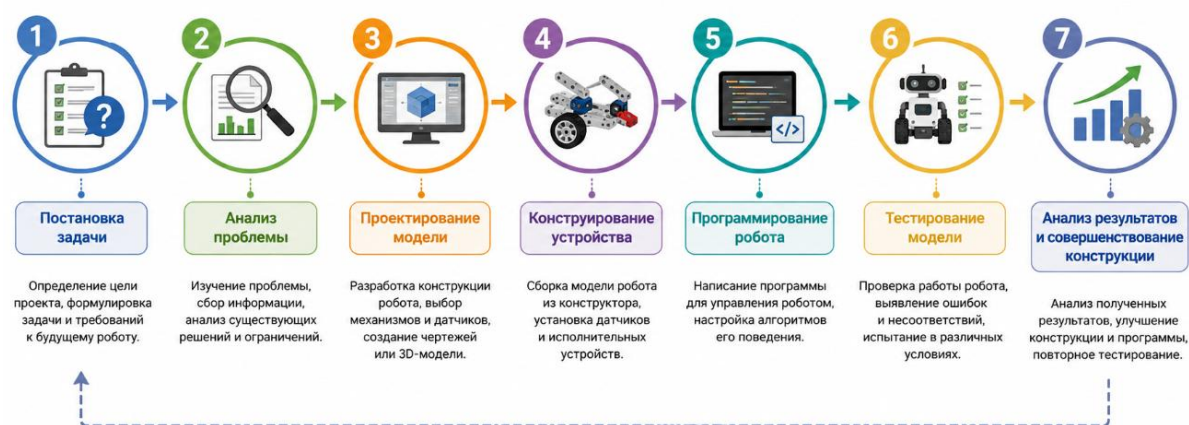


Рисунок 1.2 – Этапы инженерной деятельности обучающихся в процессе робототехнического проектирования

Данная последовательность действий способствует формированию системного мышления, умения планировать деятельность и находить оптимальные способы решения поставленных задач.

Образовательная робототехника также способствует развитию алгоритмического мышления. При программировании роботов обучающиеся учатся:

- строить последовательность действий;
- использовать циклы и условия;
- анализировать работу алгоритма;
- находить и исправлять ошибки программы.

Формирование алгоритмической культуры является важным компонентом инженерного мышления и создаёт основу для дальнейшего изучения информатики и программирования.

Важную роль робототехника играет в развитии творческих способностей младших школьников. Конструирование собственных моделей стимулирует воображение, креативность и стремление к поиску нестандартных решений. Проектная деятельность в робототехнике создаёт условия для практического применения знаний и формирования навыков самостоятельного решения задач.

Робототехника также способствует развитию коммуникативных навыков и навыков сотрудничества. Выполнение проектов в группах формирует у обучающихся умения:

- распределять обязанности;
- работать в команде;
- обсуждать идеи;
- принимать совместные решения;

– представлять результаты своей деятельности.

Современные исследования показывают, что использование робототехники в образовательном процессе способствует повышению учебной мотивации и интереса обучающихся к техническим и инженерным дисциплинам.

Использование современных образовательных робототехнических платформ позволяет организовать обучение в наглядной и практико-ориентированной форме, обеспечивая активное вовлечение обучающихся в процесс решения инженерных задач.

Таким образом, образовательная робототехника является эффективным средством формирования инженерного мышления младших школьников, развития их познавательных, исследовательских и творческих способностей. Использование робототехнических технологий способствует развитию логического и алгоритмического мышления, коммуникативных навыков, технического творчества и готовности к решению практических задач, что делает робототехнику важным компонентом современного образования.

1.4 Возрастные особенности учащихся начальной школы при обучении робототехнике

Организация обучения робототехнике в начальной школе должна осуществляться с учетом возрастных и психолого-педагогических особенностей младших школьников. Эффективность образовательного процесса во многом зависит от правильного выбора методов, форм и средств обучения, соответствующих возрастным возможностям обучающихся.

Младший школьный возраст охватывает период от 6–7 до 10–11 лет и характеризуется интенсивным развитием познавательной деятельности, эмоционально-волевой сферы и коммуникативных навыков. В данном возрасте происходит формирование основных учебных умений, развитие логического мышления, произвольного внимания и способности к целенаправленной деятельности.

Основные возрастные особенности младших школьников и рекомендации по организации обучения робототехнике представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Возрастные особенности младших школьников и их учет при обучении робототехнике

Возрастная особенность	Методические рекомендации
Наглядно-образное мышление	Использование моделей, схем, демонстраций и наглядных материалов
Потребность в игровой деятельности	Включение игровых заданий, соревнований и сюжетных ситуаций
Высокая познавательная активность	Организация исследований, экспериментов и практических заданий

Неустойчивое внимание	Частая смена видов деятельности и чередование форм работы
Потребность в успехе и поддержке	Создание ситуаций успеха и положительной обратной связи
Развитие коммуникативных навыков	Организация работы в парах и малых группах

Одной из важных особенностей младших школьников является преобладание наглядно-образного мышления. Дети лучше воспринимают информацию через визуальные образы, практические действия и игровые ситуации. Именно поэтому робототехника является эффективным средством обучения в начальной школе, поскольку сочетает наглядность, практическую деятельность, элементы игры и исследовательскую активность.

В младшем школьном возрасте сохраняется высокая потребность в игровой деятельности. Использование игровых технологий и робототехнических конструкторов способствует повышению учебной мотивации, эмоциональной вовлеченности и познавательной активности обучающихся.

Для младших школьников характерны эмоциональность, любознательность, стремление к экспериментированию, интерес к техническим устройствам и высокая потребность в практической деятельности. Данные особенности создают благоприятные условия для организации занятий по робототехнике, основанных на активном участии обучающихся в процессе конструирования и программирования.

Возрастные особенности обучающихся, наиболее значимые для обучения робототехнике, представлены на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Возрастные особенности младших школьников при обучении робототехнике

При обучении робототехнике важно учитывать ограниченный уровень произвольного внимания младших школьников. Продолжительная однообразная деятельность может приводить к снижению интереса и утомлению обучающихся. В связи с этим занятия должны включать смену видов деятельности, игровые элементы, практические задания, работу в парах и группах, а также исследовательские и творческие задания.

Важной особенностью младших школьников является потребность в положительной эмоциональной поддержке и ситуации успеха. Педагог должен создавать благоприятную образовательную среду, способствующую развитию уверенности обучающихся в собственных возможностях и поддержанию устойчивого интереса к обучению.

В процессе обучения робототехнике создаются благоприятные условия для развития познавательных процессов младших школьников, совершенствования мелкой моторики, пространственного восприятия, внимания, памяти и навыков практической деятельности. Конструирование моделей способствует развитию пространственного воображения и способности анализировать взаимное расположение деталей и механизмов.

Особое значение в начальной школе имеет использование визуального программирования. Графические среды программирования позволяют создавать алгоритмы с использованием визуальных блоков, что значительно облегчает процесс освоения основ алгоритмизации и программирования младшими школьниками.

При организации занятий необходимо учитывать индивидуальные особенности обучающихся: уровень подготовки, темп деятельности, познавательные интересы и особенности восприятия информации. Дифференцированный подход позволяет создать условия для успешного обучения каждого ребенка и обеспечить достижение образовательных результатов.

Совместная деятельность обучающихся способствует развитию коммуникативных навыков, ответственности и умений сотрудничества. Организация групповой работы должна осуществляться с учетом возрастных особенностей младших школьников и уровня их подготовки.

Таким образом, учет возрастных особенностей младших школьников является необходимым условием эффективной организации обучения робототехнике. Использование наглядных, игровых и практико-ориентированных методов обучения способствует развитию познавательной активности обучающихся, формированию устойчивого интереса к техническому творчеству и успешному освоению основ робототехники.

1.5 Нормативно-правовые основы преподавания робототехники в Республике Казахстан

Организация обучения робототехнике в Республике Казахстан осуществляется в соответствии с действующими нормативными

документами, регламентирующими содержание образования, внедрение цифровых технологий и развитие инновационных образовательных подходов. Нормативно-правовая база определяет общие требования к организации образовательного процесса, формированию цифровых компетенций обучающихся и использованию современных образовательных технологий.

Образовательная робототехника может использоваться в рамках учебной, внеурочной и дополнительной деятельности, обеспечивая достижение образовательных результатов, предусмотренных действующими нормативными документами.

Основные нормативные документы, определяющие организацию обучения робототехнике в Республике Казахстан, представлены в таблице 1.4.

Закон Республики Казахстан «Об образовании» определяет основные принципы государственной политики в области образования, направленные на обеспечение доступности качественного образования, внедрение современных технологий обучения и развитие личности обучающегося. Положения закона создают правовую основу для использования робототехнических технологий в образовательном процессе [1].

Государственный общеобязательный стандарт образования устанавливает требования к результатам обучения, ориентированным на развитие функциональной грамотности, исследовательских навыков, критического мышления и цифровых компетенций. Формирование данных результатов может эффективно осуществляться средствами образовательной робототехники.

Таблица 1.4 – Нормативные документы, регулирующие преподавание робототехники в Республике Казахстан

Нормативный документ	Значение для организации обучения робототехнике
Закон Республики Казахстан «Об образовании»	Определяет правовые основы функционирования системы образования и внедрения современных образовательных технологий
Государственный общеобязательный стандарт образования (ГОСО)	Устанавливает требования к результатам обучения и формированию ключевых компетенций обучающихся
Типовые учебные программы	Определяют содержание образования и возможности интеграции робототехники в учебный процесс
Концепции и программы развития образования	Оrientируют систему образования на цифровизацию, развитие STEM-подхода и инновационных технологий
Инструктивно-методические письма Министерства просвещения Республики Казахстан	Содержат рекомендации по организации образовательного процесса в организациях образования

Типовые учебные программы предусматривают развитие у обучающихся навыков проектной деятельности, алгоритмического мышления, решения практических задач и использования современных информационных технологий. Робототехника позволяет реализовывать данные направления посредством практико-ориентированного обучения.

Важное значение для развития робототехники имеет государственная политика в области цифровизации образования. В стратегических документах Республики Казахстан особое внимание уделяется формированию цифровой образовательной среды, развитию цифровой грамотности и внедрению современных образовательных технологий в учебный процесс.

Нормативные документы не предусматривают обязательного изучения робототехники как самостоятельного учебного предмета во всех организациях образования. Вместе с тем они создают условия для ее внедрения в рамках вариативного компонента, факультативных курсов, кружковой деятельности, STEM-проектов, дополнительного образования и интеграции с различными учебными дисциплинами.

Особую роль в организации образовательного процесса играют инструктивно-методические письма Министерства просвещения Республики Казахстан, ежегодно определяющие особенности реализации учебных программ, применения цифровых образовательных ресурсов и организации инновационной деятельности в организациях образования.

Знание нормативно-правовых основ является необходимым условием профессиональной деятельности педагога. Учитель робототехники должен ориентироваться в действующих нормативных документах, учитывать требования государственных образовательных стандартов и использовать современные подходы к организации образовательного процесса.

Таким образом, нормативно-правовая база Республики Казахстан создает необходимые условия для развития образовательной робототехники и ее внедрения в образовательный процесс. Использование робототехнических технологий соответствует современным направлениям модернизации образования, способствует развитию цифровых компетенций обучающихся и обеспечивает реализацию задач STEM-образования.

1.6 Современные подходы и педагогические технологии в обучении робототехнике

Эффективность обучения робототехнике во многом определяется использованием современных педагогических подходов и образовательных технологий, обеспечивающих активное вовлечение обучающихся в процесс познания, практической деятельности и решения учебных задач. Современное обучение робототехнике ориентировано не только на освоение технических знаний и навыков, но и на развитие самостоятельности,

творческого мышления, коммуникативных способностей и навыков сотрудничества.

В образовательной практике робототехника реализуется на основе комплекса педагогических подходов, представленных в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Современные педагогические подходы в обучении робототехнике

Подход	Характеристика
Деятельностный подход	Обучение через практическую деятельность и решение задач
Личностно-ориентированный подход	Учет индивидуальных особенностей и образовательных потребностей обучающихся
Компетентностный подход	Формирование практических умений и навыков применения знаний
Проектный подход	Обучение через разработку и реализацию проектов
Исследовательский подход	Организация наблюдений, экспериментов и поиска решений
Коллаборативный подход	Организация совместной деятельности обучающихся

Одним из наиболее значимых является деятельностный подход, предполагающий активное участие обучающихся в процессе обучения. В робототехнике знания усваиваются не только через объяснение теоретического материала, но и посредством конструирования моделей, программирования и решения практических задач.

Личностно-ориентированный подход обеспечивает учет индивидуальных особенностей обучающихся, их интересов, уровня подготовки и темпа освоения материала. Использование робототехнических наборов позволяет организовать обучение с учетом различных образовательных потребностей и возможностей детей.

Компетентностный подход направлен на формирование у обучающихся способности применять полученные знания в практической деятельности. В процессе работы с робототехническими системами обучающиеся приобретают навыки анализа информации, решения проблемных ситуаций, проектирования и программирования.

Особое место в обучении робототехнике занимает проектный подход. Проектная деятельность позволяет обучающимся самостоятельно разрабатывать идеи, планировать этапы работы, создавать робототехнические модели и представлять результаты своей деятельности. Выполнение проектов способствует развитию самостоятельности, ответственности и навыков презентации результатов работы.

Исследовательский подход предполагает организацию познавательной деятельности обучающихся через наблюдение, экспериментирование и поиск решений поставленных задач. Робототехнические проекты создают

благоприятные условия для формирования исследовательских умений и навыков анализа полученных результатов.

Коллаборативный подход основан на организации совместной деятельности обучающихся. Работа в парах и группах способствует развитию коммуникативных навыков, умения распределять обязанности, принимать совместные решения и достигать общих целей.

В обучении робототехнике также широко применяются современные образовательные технологии. Основные технологии представлены на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Современные образовательные технологии в обучении робототехнике

Использование современных образовательных технологий позволяет сделать процесс обучения более наглядным, практико-ориентированным и мотивирующим. Сочетание различных педагогических подходов обеспечивает формирование предметных знаний, развитие универсальных учебных действий и подготовку обучающихся к решению практических задач.

Таким образом, применение современных педагогических подходов и образовательных технологий является важным условием эффективного обучения робототехнике. Их использование способствует развитию познавательной активности обучающихся, формированию практических навыков и повышению качества образовательного процесса.

1.7 Использование искусственного интеллекта и цифровых сервисов в обучении робототехнике

Современное развитие образовательных технологий связано с активным внедрением цифровых сервисов и инструментов искусственного интеллекта в образовательный процесс. Их использование расширяет возможности организации обучения, обеспечивает доступ к современным

информационным ресурсам и способствует повышению эффективности образовательной деятельности.

Искусственный интеллект представляет собой совокупность технологий, позволяющих компьютерным системам выполнять отдельные функции, традиционно требующие интеллектуальной деятельности человека: анализ информации, поиск решений, обработку данных, распознавание объектов и генерацию контента.

В образовательной практике инструменты искусственного интеллекта используются для поиска информации, подготовки учебных материалов, разработки заданий, анализа результатов обучения и организации индивидуальной образовательной траектории обучающихся.

Основные возможности применения искусственного интеллекта в обучении робототехнике представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Возможности использования искусственного интеллекта в обучении робототехнике

Направление применения	Примеры использования
Подготовка учебных материалов	Создание инструкций, памяток, тестов и заданий
Поддержка проектной деятельности	Генерация идей проектов и рекомендаций по их реализации
Поиск и обработка информации	Подбор справочных материалов и объяснений
Анализ результатов обучения	Подготовка обратной связи и рекомендаций
Создание дидактических материалов	Разработка презентаций, схем, инфографики и рабочих листов

Современные генеративные модели искусственного интеллекта позволяют педагогу существенно сократить время на подготовку к занятиям, автоматизировать создание учебных материалов и повысить качество методического сопровождения образовательного процесса.

Наряду с инструментами искусственного интеллекта в обучении робототехнике активно используются цифровые сервисы и образовательные платформы. Они обеспечивают организацию дистанционного взаимодействия, проведение интерактивных занятий, хранение и обмен образовательными материалами, а также поддержку проектной деятельности обучающихся.

Основные цифровые сервисы, применяемые в образовательной робототехнике, представлены на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 – Использование искусственного интеллекта и цифровых сервисов в образовательной робототехнике

Особое значение в образовательной робототехнике имеют цифровые среды программирования и симуляторы робототехнических систем. Использование виртуальных моделей позволяет организовать обучение даже при ограниченном количестве робототехнических наборов, а также обеспечивает возможность предварительной проверки программ и алгоритмов.

Применение искусственного интеллекта и цифровых сервисов требует соблюдения педагогических и этических принципов. Использование цифровых инструментов должно быть направлено на поддержку образовательного процесса, развитие самостоятельности обучающихся и формирование критического отношения к получаемой информации.

Педагог должен формировать у обучающихся навыки ответственного использования цифровых технологий, соблюдения норм академической добросовестности, информационной безопасности и цифровой этики.

Таким образом, искусственный интеллект и цифровые сервисы становятся важным инструментом современного образования и открывают новые возможности для обучения робототехнике. Их грамотное использование способствует повышению эффективности образовательного процесса, развитию цифровой грамотности обучающихся и подготовке их к деятельности в условиях цифрового общества.

ГЛАВА 2 АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

2.1 Виды образовательных робототехнических платформ

Развитие образовательной робототехники обусловило появление большого количества робототехнических платформ, предназначенных для обучения конструированию, программированию и основам инженерной деятельности. Современные образовательные платформы позволяют организовать практико-ориентированное обучение, обеспечивают развитие технических навыков обучающихся и создают условия для реализации проектной деятельности.

Образовательная робототехническая платформа представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, включающий программируемый контроллер, датчики, исполнительные механизмы, элементы конструкции и программную среду для управления робототехническими системами.

В образовательной практике используются различные виды робототехнических платформ, отличающиеся уровнем сложности, функциональными возможностями и возрастной направленностью.

Образовательные робототехнические платформы могут классифицироваться по возрастной направленности, типу программирования и уровню сложности (рисунок 2.1).



Классификация образовательных робототехнических платформ помогает подобрать оптимальное решение в зависимости от целей обучения, возраста обучающихся и задач образовательной программы.

Рисунок 2.1 – Классификация образовательных робототехнических платформ

Для начальной школы наиболее эффективными являются платформы с визуальным программированием, обеспечивающие обучение через практическую деятельность, игру и наглядное моделирование.

К наиболее распространённым образовательным робототехническим платформам относятся:

- LEGO Education;
- LEGO Mindstorms EV3;
- LEGO SPIKE Prime;
- Arduino;
- VEX Robotics;
- Makeblock;
- mBot.

Для определения педагогической целесообразности использования различных робототехнических платформ представим их сравнительную характеристику (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Сравнительная характеристика образовательных робототехнических платформ

Платформа	Возраст	Тип программирования	Уровень сложности	Преимущества	Ограничения
LEGO SPIKE Essential	6–10 лет	визуальное	базовый	игровое обучение, развитие логики	ограниченные инженерные возможности
LEGO Mindstorms EV3	9–14 лет	визуальное	средний	STEM-проекты, алгоритмизация	высокая стоимость
LEGO SPIKE Prime	10–16 лет	визуальное + Python	средний	переход к текстовому программированию	требуется подготовка педагога
Arduino	12+	текстовое	высокий	инженерные проекты	сложность для младших школьников
mBot	8–12 лет	визуальное	базовый	простота освоения	ограниченная функциональность
VEX Robotics	12+	комбинированное	высокий	соревновательная робототехника	высокая стоимость

Наибольшее распространение в школьном образовании получили робототехнические наборы LEGO Education. Использование платформ LEGO Education в начальной школе обусловлено их высокой адаптацией к возрастным особенностям обучающихся. Конструкторы позволяют организовать обучение в игровой и практико-ориентированной форме, обеспечивая постепенное усложнение учебных задач.

Платформа LEGO Mindstorms EV3 является одной из наиболее распространённых образовательных робототехнических платформ, используемых в школьном образовании. Благодаря сочетанию визуального программирования и широким возможностям конструирования она получила широкое распространение в образовательной практике. Подробная характеристика платформы представлена в разделе 2.2.

Платформа LEGO SPIKE Prime представляет собой современную образовательную систему, ориентированную на развитие технических и цифровых навыков обучающихся. Данная платформа сочетает визуальное и текстовое программирование, что позволяет постепенно переходить к изучению языков программирования высокого уровня.

Arduino является открытой аппаратно-программной платформой, предназначенной для разработки электронных устройств и робототехнических систем. Она активно используется в инженерном и техническом образовании благодаря гибкости настройки, большому количеству модулей и возможности реализации сложных проектов.

Несмотря на широкие возможности Arduino, её использование в начальной школе требует значительной адаптации учебного материала. Для младших школьников более эффективными являются платформы с визуальным программированием и упрощённой системой конструирования.

Платформа VEX Robotics ориентирована на развитие инженерных и конструкторских навыков обучающихся и широко используется при подготовке к робототехническим соревнованиям и инженерным конкурсам.

Современные робототехнические платформы обеспечивают возможность:

- конструирования моделей;
- программирования устройств;
- проведения экспериментов;
- моделирования технических процессов;
- реализации проектной деятельности.

Выбор образовательной платформы должен осуществляться с учётом возрастных, психолого-педагогических и методических особенностей обучающихся. Основные критерии выбора представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Критерии выбора робототехнической платформы для начальной школы

Критерий	Значение
Безопасность	Отсутствие травмоопасных элементов и безопасное использование оборудования
Простота конструирования	Соответствие возрастным возможностям обучающихся
Визуальное программирование	Доступность освоения алгоритмов и программирования
Методическая поддержка	Наличие инструкций, учебных материалов и готовых заданий
Возможность групповой работы	Организация совместной деятельности обучающихся
Поддержка проектной деятельности	Возможность создания собственных моделей и проектов

Для начальной школы наиболее эффективными являются платформы, обеспечивающие наглядность, доступность программирования, игровую форму обучения и возможность быстрого получения практического результата.

Таким образом, современные образовательные робототехнические платформы предоставляют широкие возможности для организации практико-ориентированного обучения. При выборе платформы необходимо учитывать возраст обучающихся, цели обучения, уровень подготовки и методические возможности используемого оборудования. Для начальной школы наиболее эффективными являются платформы, сочетающие наглядное конструирование и визуальное программирование.

2.2 Образовательные возможности LEGO MINDSTORMS EV3

LEGO Mindstorms EV3 является одной из наиболее распространённых образовательных робототехнических платформ, предназначенных для изучения основ конструирования, алгоритмизации и программирования. Платформа разработана компанией LEGO Education и ориентирована на использование в образовательных организациях различных уровней.

Комплект LEGO Mindstorms EV3 включает программируемый контроллер, датчики, исполнительные механизмы, конструктивные элементы и программную среду управления роботами. Сочетание аппаратных и программных компонентов позволяет создавать разнообразные робототехнические модели и решать широкий спектр учебных задач.

Основным элементом платформы является интеллектуальный блок EV3, выполняющий функции управления роботом. Контроллер обеспечивает обработку информации от датчиков, выполнение программ и управление исполнительными механизмами.

В состав базового набора входят (рисунок 2.2):

- интеллектуальный блок EV3;
- сервомоторы;
- датчик касания;
- датчик цвета;
- ультразвуковой датчик;
- гироскопический датчик;
- соединительные элементы и детали конструктора.



Рисунок 2.2 – Основные компоненты LEGO Mindstorms EV3

Важным преимуществом платформы является возможность сочетания конструирования и программирования в рамках единой образовательной среды. Обучающиеся получают возможность не только создавать модели роботов, но и разрабатывать алгоритмы их поведения.

Программная среда EV3 основана на визуальном программировании и позволяет создавать алгоритмы управления роботами с использованием графических блоков. Благодаря наглядному интерфейсу процесс программирования становится доступным для обучающихся начальной школы.

Образовательные возможности LEGO Mindstorms EV3 представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Образовательные возможности LEGO Mindstorms EV3

Компонент обучения	Возможности платформы EV3	Формируемые навыки
Конструирование	Создание робототехнических моделей	Пространственное мышление
Программирование	Разработка алгоритмов управления	Алгоритмическое мышление
Работа с датчиками	Исследование окружающей среды	Исследовательские навыки
Решение практических задач	Создание и тестирование моделей	Критическое мышление
Проектная деятельность	Разработка собственных проектов	Самостоятельность и ответственность

Использование LEGO Mindstorms EV3 обеспечивает реализацию межпредметных связей между информатикой, математикой, физикой, технологией и естествознанием. В процессе работы с робототехническими моделями обучающиеся выполняют измерения, проводят эксперименты, разрабатывают алгоритмы и анализируют результаты своей деятельности.

Особую ценность платформа представляет для организации практико-ориентированного обучения. Работа с робототехническими моделями позволяет обучающимся самостоятельно проверять результаты своих решений, выявлять ошибки и совершенствовать созданные конструкции.

Использование LEGO Mindstorms EV3 способствует повышению познавательной активности обучающихся, развитию технического творчества и формированию устойчивого интереса к инженерно-технической деятельности.

Таким образом, LEGO Mindstorms EV3 является эффективной образовательной платформой, обеспечивающей интеграцию конструирования, программирования и исследовательской деятельности. Широкие функциональные возможности платформы делают её востребованным инструментом обучения робототехнике в школе.

2.3 Основные элементы робототехнических систем

Любая робототехническая система представляет собой совокупность взаимосвязанных аппаратных и программных компонентов, обеспечивающих выполнение определённых действий в соответствии с заданным алгоритмом. Независимо от уровня сложности робот включает устройства для получения информации, её обработки и выполнения управляющих команд.

Структура робототехнической системы представлена на рисунке 2.3.

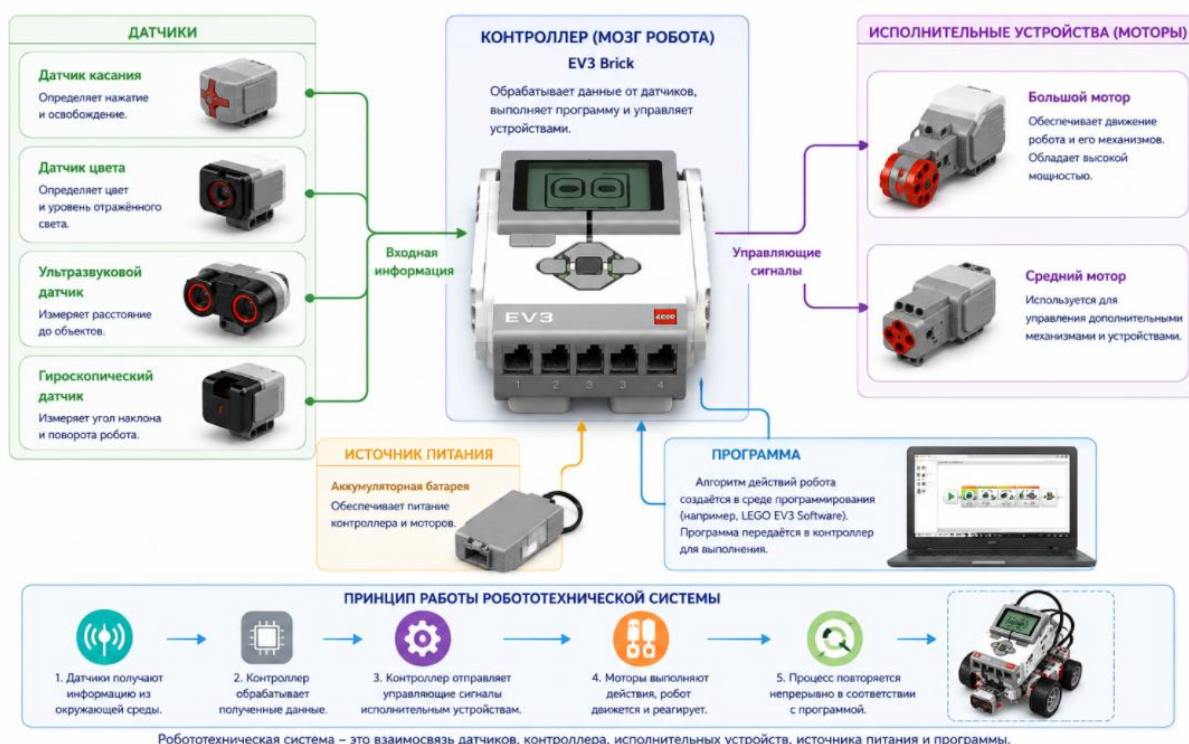


Рисунок 2.3 – Основные элементы робототехнической системы

Основными элементами робототехнической системы являются:

- контроллер;
- датчики;
- исполнительные механизмы;
- конструктивные элементы;
- программное обеспечение.

Центральным элементом робототехнической системы является контроллер. Он выполняет функции обработки информации, поступающей от датчиков, выполнения программ и передачи управляющих сигналов исполнительным механизмам. В робототехнических наборах LEGO Mindstorms EV3 данные функции выполняет интеллектуальный блок EV3.

Для получения информации об окружающей среде используются датчики. Они позволяют роботу воспринимать изменения внешней среды и передавать соответствующие данные контроллеру. На основе полученной информации робот принимает решения и выполняет необходимые действия.

Исполнительные механизмы обеспечивают выполнение команд, сформированных контроллером. К ним относятся различные виды моторов и приводов, преобразующие электрическую энергию в механическое движение.

Конструктивные элементы предназначены для создания корпуса робота, соединения отдельных деталей и формирования механических конструкций. От правильного выбора и расположения элементов зависит устойчивость, надёжность и функциональность робототехнической модели.

Неотъемлемой частью робототехнической системы является программное обеспечение. Программа определяет последовательность

действий робота, обеспечивает обработку информации от датчиков и управление исполнительными механизмами.

Взаимодействие основных элементов робототехнической системы представлено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Основные элементы робототехнической системы

Элемент	Назначение
Контроллер	Обработка информации и управление системой
Датчики	Получение информации об окружающей среде
Исполнительные механизмы	Выполнение команд и создание движения
Конструктивные элементы	Формирование конструкции робота
Программное обеспечение	Управление работой робототехнической системы

Все элементы робототехнической системы функционируют во взаимосвязи. Информация от датчиков поступает в контроллер, где обрабатывается в соответствии с программой, после чего формируются управляющие сигналы для исполнительных механизмов.

Понимание структуры робототехнической системы является основой для дальнейшего изучения датчиков, исполнительных механизмов и программирования роботов.

Таким образом, робототехническая система представляет собой комплекс взаимосвязанных компонентов, обеспечивающих восприятие информации, её обработку и выполнение необходимых действий. Знание назначения основных элементов позволяет эффективно организовывать процесс конструирования и программирования робототехнических моделей.

2.4 Датчики и исполнительные механизмы

Одними из важнейших компонентов робототехнической системы являются датчики и исполнительные механизмы. Именно они обеспечивают взаимодействие робота с окружающей средой, позволяют получать информацию о внешних условиях и выполнять различные действия в соответствии с программой.

Схема взаимодействия датчиков и исполнительных механизмов представлена на рисунке 2.4.

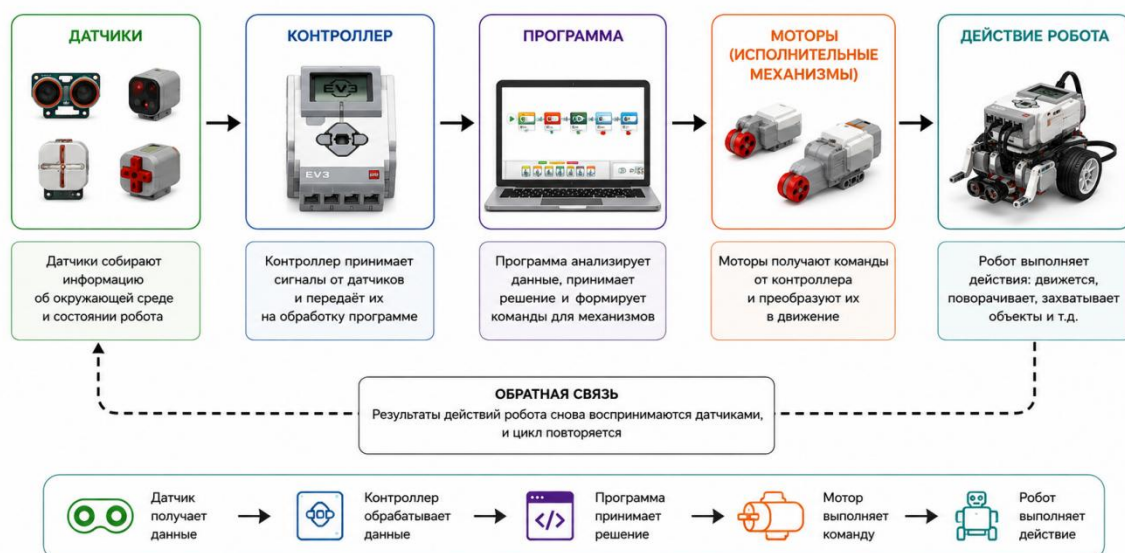


Рисунок 2.4 – Взаимодействие датчиков и исполнительных механизмов в робототехнической системе

Датчики робототехнической системы

Датчики предназначены для получения информации об окружающей среде и передачи её контроллеру для последующей обработки. Использование датчиков позволяет роботу реагировать на изменения внешних условий и выполнять действия в соответствии с заданным алгоритмом.

Основные датчики LEGO Mindstorms EV3 представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Основные датчики LEGO Mindstorms EV3

Датчик	Назначение
Датчик касания	Определение нажатия и контакта с объектом
Датчик цвета	Определение цвета и уровня освещённости
Ультразвуковой датчик	Измерение расстояния до объектов
Гироскопический датчик	Определение угла поворота и направления движения
Инфракрасный датчик	Обнаружение объектов и работа с маяком управления

Датчик касания

Датчик касания является одним из самых простых датчиков робототехнической системы. Он фиксирует факт нажатия или столкновения робота с объектом и широко используется при изучении базовых алгоритмов управления.

С помощью датчика касания обучающиеся могут создавать программы остановки робота при столкновении с препятствием, запускать различные действия по сигналу нажатия и изучать принципы работы условных операторов.

Датчик цвета

Датчик цвета предназначен для определения цвета объектов и уровня освещённости поверхности. Он является одним из наиболее востребованных датчиков в образовательной робототехнике.

На основе показаний датчика цвета обучающиеся создают программы движения по линии, сортировки объектов по цвету и автоматического реагирования на изменение цвета поверхности.

Ультразвуковой датчик

Ультразвуковой датчик используется для определения расстояния до объектов. Данный датчик позволяет роботу обнаруживать препятствия и изменять своё поведение в зависимости от условий окружающей среды.

Использование ультразвукового датчика способствует изучению принципов автоматического управления и созданию моделей роботов, способных самостоятельно ориентироваться в пространстве.

Гироскопический датчик

Гироскопический датчик предназначен для измерения угла поворота и контроля направления движения робота. Использование данного датчика обеспечивает более точное выполнение поворотов и движение по заданной траектории.

Гироскоп широко применяется при выполнении соревнований и проектных заданий, требующих высокой точности управления.

Инфракрасный датчик

Инфракрасный датчик позволяет обнаруживать объекты и взаимодействовать с инфракрасным маяком дистанционного управления. Его использование обеспечивает создание моделей роботов с элементами дистанционного управления и автоматического поиска объектов.

Исполнительные механизмы

Исполнительные механизмы предназначены для выполнения команд, поступающих от контроллера. Они преобразуют электрические сигналы в механические действия робота.

В робототехнических системах LEGO Mindstorms EV3 используются сервомоторы, обеспечивающие движение и управление различными механизмами.

Основные исполнительные механизмы представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Исполнительные механизмы LEGO Mindstorms EV3

Исполнительный механизм	Назначение
Большой сервомотор	Движение робота и привод основных механизмов
Средний сервомотор	Управление дополнительными механизмами и манипуляторами

Большой сервомотор используется для перемещения робота и приведения в действие основных механизмов конструкции. Благодаря встроенным датчикам вращения обеспечивается высокая точность управления движением.

Средний сервомотор отличается меньшими размерами и применяется для управления дополнительными устройствами: захватами, манипуляторами, подвижными элементами конструкции и другими механизмами.

Использование датчиков и исполнительных механизмов позволяет создавать робототехнические системы различного уровня сложности и реализовывать широкий спектр практических задач. Работа с данными компонентами способствует формированию у обучающихся представлений о принципах функционирования современных автоматизированных устройств.

Таким образом, датчики обеспечивают получение информации об окружающей среде, а исполнительные механизмы позволяют роботу выполнять необходимые действия. Совместная работа данных компонентов обеспечивает функционирование робототехнической системы и является основой для разработки программ управления роботами.

2.5 Среда визуального программирования EV3

Эффективная работа робототехнической системы невозможна без программного обеспечения, обеспечивающего управление действиями робота. В образовательной робототехнике LEGO Mindstorms EV3 используется специальная среда визуального программирования, предназначенная для создания алгоритмов управления робототехническими моделями.

Среда программирования EV3 разработана компанией LEGO Education и ориентирована на образовательное применение. Основной особенностью среды является использование графических блоков, позволяющих создавать программы без необходимости написания текстового кода.

Общий принцип работы среды программирования EV3 представлен на рисунке 2.5.

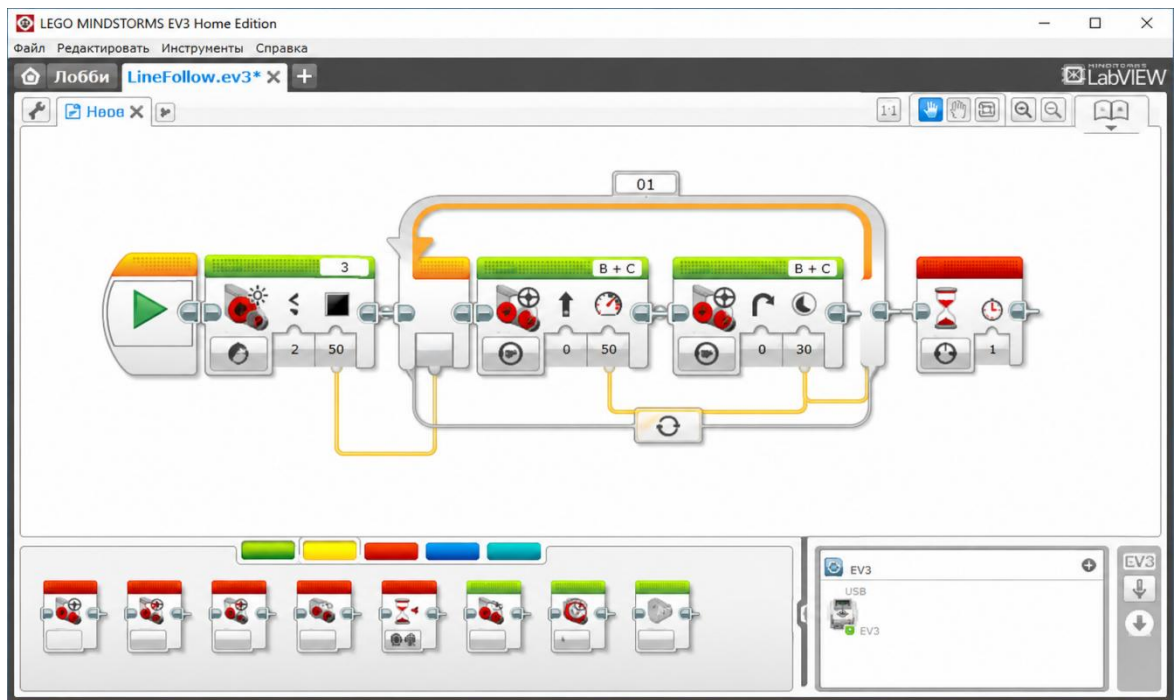


Рисунок 2.5 – Принцип создания программы в среде EV3

Интерфейс среды программирования EV3 включает несколько основных элементов:

- область программных блоков;
- рабочую область создания алгоритмов;
- панель инструментов;
- окно управления проектами;
- средства загрузки программ в контроллер EV3.

Основные элементы интерфейса представлены на рисунке 2.6.

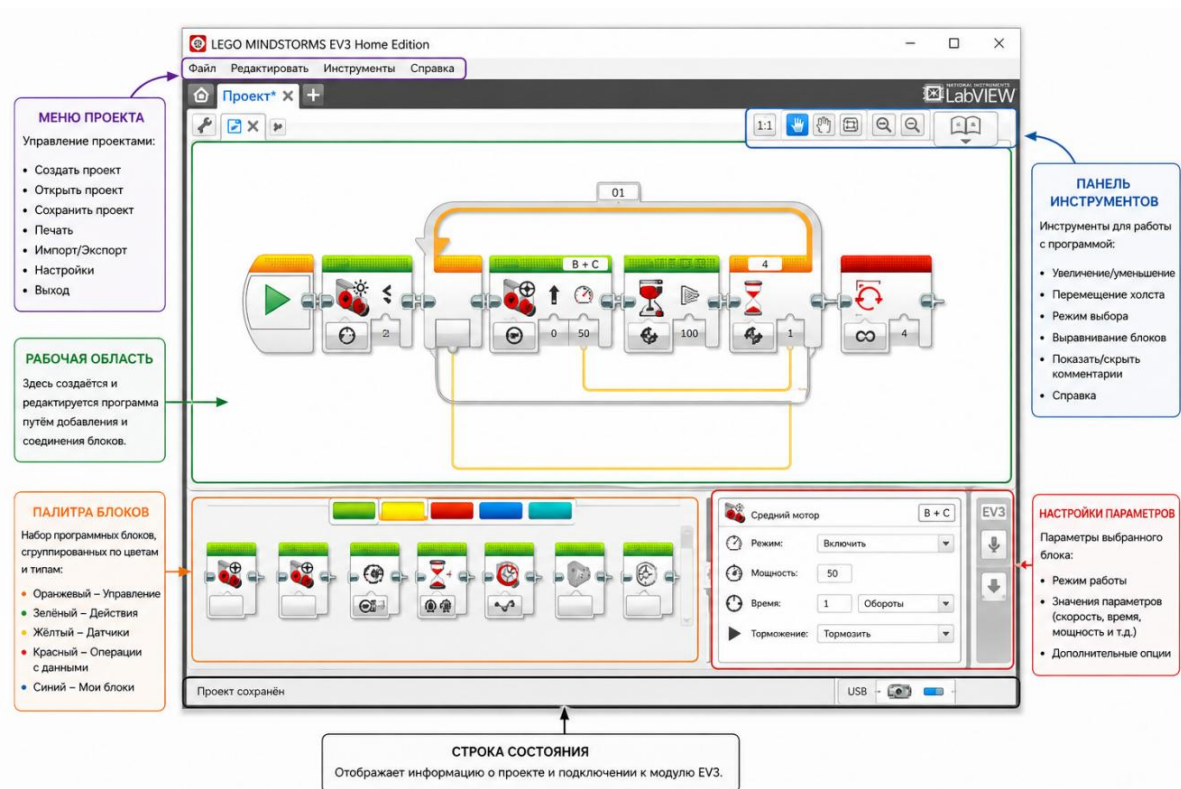


Рисунок 2.6 – Интерфейс среды визуального программирования EV3

Среда программирования содержит набор функциональных блоков, предназначенных для управления различными компонентами робототехнической системы. Каждый блок выполняет определённую функцию и может быть объединён с другими блоками в единую программу.

Основные группы программных блоков представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Основные группы блоков среды программирования EV3

Группа блоков	Назначение
Блоки движения	Управление моторами и перемещением робота
Блоки датчиков	Получение и обработка данных от датчиков
Блоки действий	Управление звуком, экраном и другими функциями
Блоки управления	Организация последовательности выполнения программы
Блоки данных	Работа с числовыми значениями и информацией
Дополнительные блоки	Реализация специальных функций управления

Визуальное программирование основано на принципе конструирования алгоритма из отдельных графических элементов. Для создания программы обучающийся выбирает необходимые блоки и размещает их в определённой последовательности на рабочем поле.

Одним из основных преимуществ визуального программирования является высокая наглядность процесса разработки алгоритмов. Графические

блоки позволяют представить программу в виде последовательности действий, что значительно облегчает её понимание и анализ.

Использование среды EV3 способствует формированию у обучающихся следующих умений:

- составление алгоритмов;
- планирование последовательности действий;
- анализ работы программы;
- поиск и исправление ошибок;
- моделирование поведения робототехнических систем.

Визуальная среда программирования обеспечивает постепенный переход от простых линейных алгоритмов к более сложным программам, включающим условия, циклы и обработку данных. Благодаря этому обучающиеся могут последовательно осваивать основы программирования и алгоритмизации.

Для младших школьников визуальное программирование особенно эффективно благодаря соответствию возрастным особенностям восприятия информации. Использование графических объектов позволяет снизить когнитивную нагрузку и сделать процесс обучения более доступным и понятным.

Среда EV3 предоставляет возможность тестирования и отладки программ. Обучающиеся могут загружать программы в контроллер, анализировать результаты работы робота и при необходимости вносить изменения в алгоритм.

Таким образом, среда визуального программирования EV3 является важным компонентом образовательной робототехники, обеспечивающим доступное изучение основ алгоритмизации и программирования. Наглядный интерфейс и использование графических блоков делают процесс разработки программ понятным и удобным для обучающихся начальной школы.

2.6 Основы алгоритмизации и программирования роботов

Одним из важнейших направлений образовательной робототехники является изучение основ алгоритмизации и программирования. Управление робототехническими устройствами осуществляется посредством программ, определяющих последовательность действий робота в различных ситуациях. Поэтому понимание принципов построения алгоритмов является необходимым условием успешного освоения робототехники.

Алгоритм представляет собой точную последовательность действий, выполнение которой позволяет получить требуемый результат или решить поставленную задачу. В робототехнике алгоритмы используются для управления движением робота, обработки данных от датчиков и выполнения различных действий в соответствии с условиями окружающей среды.

Основные свойства алгоритма представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Основные свойства алгоритма

Свойство	Характеристика
Дискретность	Алгоритм состоит из отдельных последовательных действий
Определённость	Каждая команда имеет однозначное толкование
Понятность	Команды доступны исполнителю
Результативность	Выполнение алгоритма приводит к получению результата
Массовость	Возможность применения алгоритма к группе однотипных задач

Процесс выполнения алгоритма роботом представлен на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 – Выполнение алгоритма робототехнической системой

В образовательной робототехнике используются различные виды алгоритмов. Наиболее распространёнными являются линейные алгоритмы, алгоритмы с ветвлением и циклические алгоритмы.

Линейные алгоритмы

Линейный алгоритм представляет собой последовательность действий, выполняемых строго друг за другом в заданном порядке. Данный тип алгоритмов является наиболее простым и обычно изучается первым.

Примером линейного алгоритма может служить программа движения робота вперёд на определённое расстояние с последующей остановкой.

Алгоритмы с ветвлением

Алгоритмы с ветвлением позволяют роботу принимать решения в зависимости от определённых условий. В процессе выполнения программы происходит проверка условия, после чего выбирается один из возможных вариантов дальнейших действий.

Использование ветвлений особенно важно при работе с датчиками. Например, робот может изменить направление движения при обнаружении

препятствия или выполнить определённое действие при обнаружении объекта заданного цвета.

Циклические алгоритмы

Циклические алгоритмы предусматривают многократное повторение определённых действий. Использование циклов позволяет значительно сократить объём программы и повысить эффективность управления роботом.

Примером циклического алгоритма является программа движения по линии, при которой робот многократно считывает данные датчика цвета и корректирует своё направление движения.

Классификация алгоритмов представлена на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 – Основные виды алгоритмов в робототехнике

Важным элементом программирования являются переменные. Переменная представляет собой область памяти, предназначенную для хранения данных, которые могут изменяться в процессе выполнения программы.

Использование переменных позволяет сохранять результаты измерений датчиков, выполнять вычисления и организовывать обработку данных в более сложных робототехнических проектах.

В процессе программирования роботов большое значение имеет отладка программ. Отладка представляет собой поиск, анализ и устранение ошибок, возникающих в алгоритме или программе. Она позволяет повысить надёжность работы робототехнической системы и обеспечить корректное выполнение поставленных задач.

При обучении программированию роботов рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий:

- Анализ поставленной задачи.
- Разработка алгоритма решения.
- Создание программы в среде программирования.
- Загрузка программы в контроллер.
- Тестирование работы робота.
- Исправление обнаруженных ошибок.
- Повторное тестирование программы.

Последовательность разработки программы представлена на рисунке 2.9.

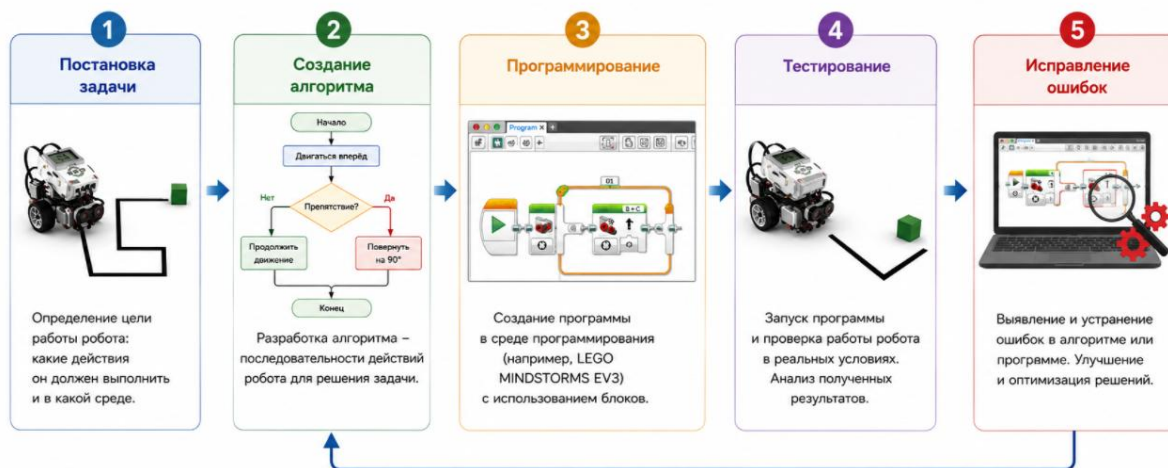


Рисунок 2.9 – Этапы разработки программы управления роботом

Изучение алгоритмизации и программирования способствует развитию логического мышления, способности анализировать задачи и находить эффективные способы их решения. Формируемые навыки являются основой для дальнейшего изучения информатики, программирования и инженерных дисциплин.

Таким образом, алгоритмизация и программирование являются важнейшими компонентами образовательной робототехники. Освоение основных видов алгоритмов, принципов построения программ и методов отладки обеспечивает подготовку обучающихся к созданию собственных робототехнических проектов и решению практических задач средствами программирования.

2.7 Математическое моделирование и проектирование робототехнических систем

Проектирование является одним из важнейших этапов создания робототехнических систем. Под проектированием понимается процесс разработки конструкции робота и алгоритма его функционирования для решения определённой задачи.

В образовательной робототехнике проектирование позволяет обучающимся применять полученные знания на практике, самостоятельно разрабатывать модели роботов и совершенствовать их конструкцию в процессе испытаний.

Процесс проектирования робототехнической системы включает несколько взаимосвязанных этапов. Последовательность проектирования представлена на рисунке 2.10.

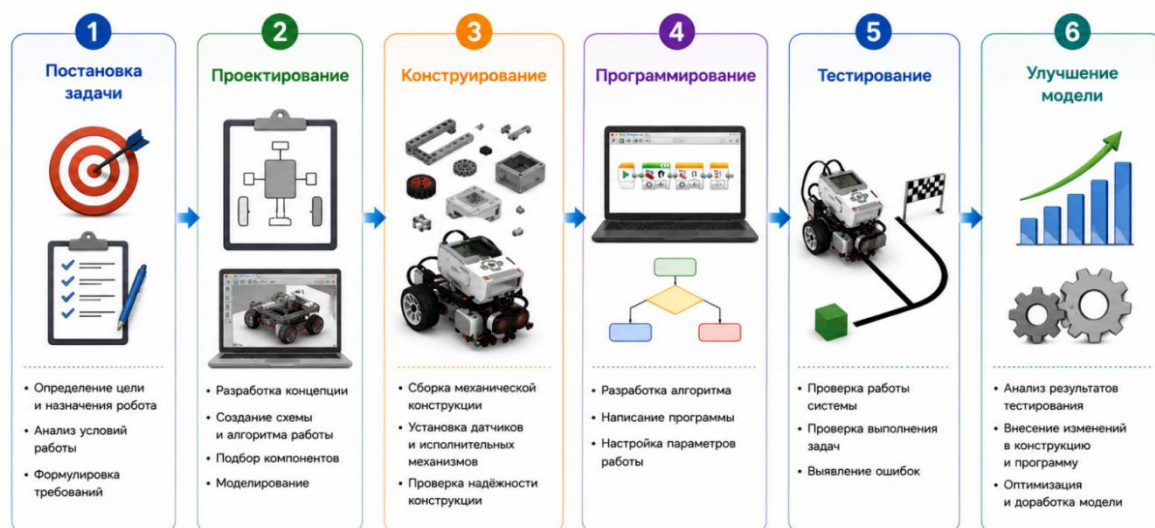


Рисунок 2.10 – Этапы проектирования робототехнической системы

Проектирование начинается с определения цели и условий выполнения задания. На данном этапе формулируется задача, которую должен решать робот, определяются требования к его конструкции и функциональным возможностям.

Следующим этапом является разработка конструкции робота. Обучающиеся выбирают необходимые детали, создают механическую модель и определяют способы размещения основных компонентов системы.

После создания конструкции осуществляется подбор датчиков и исполнительных механизмов. Выбор компонентов зависит от характера решаемой задачи и особенностей функционирования робота.

Основные элементы проектирования робототехнических систем представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Основные элементы проектирования робототехнической системы

Элемент проектирования	Назначение
Постановка задачи	Определение цели работы робота
Конструкция	Создание механической модели
Датчики	Получение информации об окружающей среде
Исполнительные механизмы	Выполнение действий робота

Программа управления	Реализация алгоритма работы
Тестирование	Проверка работоспособности модели
Совершенствование	Устранение недостатков и оптимизация работы

После выбора компонентов разрабатывается программа управления роботом. На данном этапе создаётся алгоритм работы системы, определяются условия выполнения действий и способы обработки информации от датчиков.

Важную роль в проектировании играет тестирование робототехнической модели. Испытания позволяют выявить недостатки конструкции и ошибки программирования, оценить эффективность работы робота и определить направления дальнейшего совершенствования проекта.

Процесс тестирования и улучшения модели представлен на рисунке 2.11.

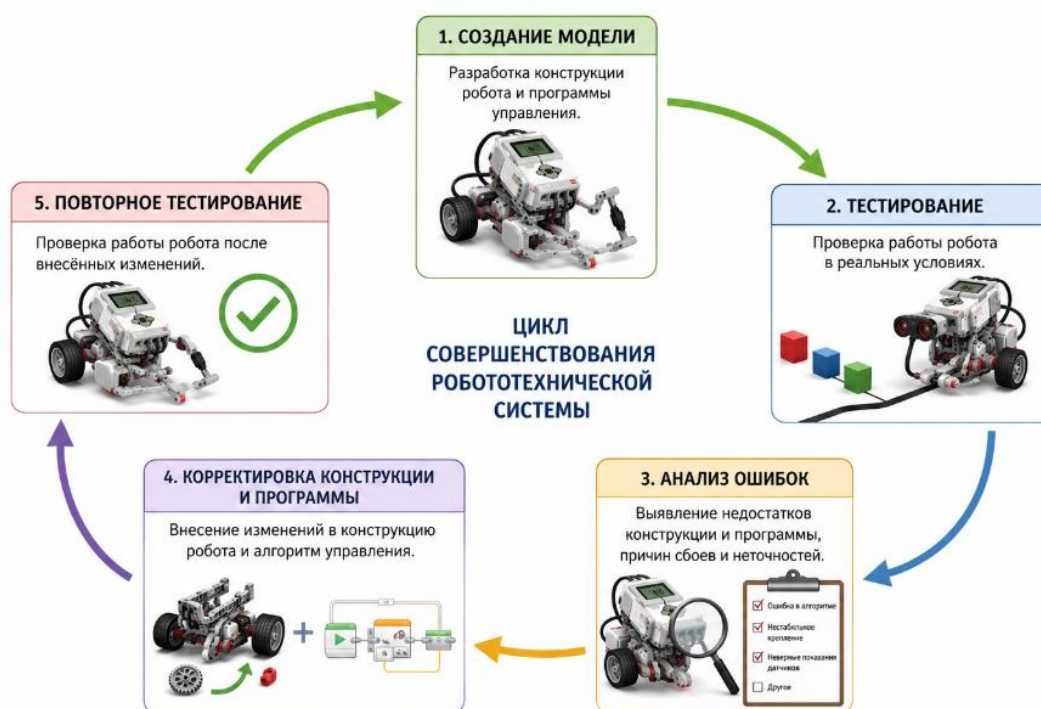


Рисунок 2.11 – Цикл совершенствования робототехнической системы

Одним из основных принципов проектирования является итерационный подход. Он предполагает многократное совершенствование конструкции и программы на основе результатов испытаний.

В образовательной робототехнике проектирование реализуется преимущественно через выполнение практических и проектных заданий. В процессе работы обучающиеся учатся анализировать поставленные задачи, принимать технические решения, планировать деятельность и оценивать результаты собственной работы.

Особое значение имеет документирование проекта. Для описания робототехнической системы рекомендуется фиксировать цель проекта, используемые компоненты, алгоритм работы, результаты испытаний и предложения по совершенствованию модели.

Использование проектного подхода способствует развитию самостоятельности, ответственности, технического творчества и способности применять знания в практической деятельности.

Таким образом, проектирование робототехнических систем является важным этапом образовательной робототехники, объединяющим конструирование, программирование и решение практических задач. Освоение основ проектирования обеспечивает подготовку обучающихся к созданию собственных робототехнических проектов и успешному участию в инженерной деятельности.

ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

3.1 Цели, задачи и содержание курса робототехники в начальной школе

Курс робототехники в начальной школе направлен на формирование у обучающихся первоначальных представлений о конструировании, программировании и проектной деятельности. Содержание курса ориентировано на развитие практических умений, познавательной активности и опыта решения учебных задач средствами образовательной робототехники.

При проектировании содержания курса робототехники необходимо учитывать возрастные особенности младших школьников, рассмотренные в разделе 1.4 настоящего пособия. Учебный материал должен быть доступным для восприятия обучающихся, предусматривать активную практическую деятельность и обеспечивать постепенное усложнение выполняемых заданий.

Робототехника в начальной школе обеспечивает интеграцию знаний из различных предметных областей и способствует формированию у обучающихся опыта решения практических задач. Использование робототехнических конструкторов позволяет организовать обучение на основе эксперимента, моделирования и самостоятельного поиска решений.

Цели обучения робототехнике в начальной школе

Цель курса робототехники в начальной школе заключается в формировании у обучающихся первоначальных представлений о современных робототехнических системах, развитии конструкторских и алгоритмических навыков, а также подготовке к дальнейшему изучению технических и цифровых технологий.

Задачи курса робототехники

Основными задачами курса являются:

- ознакомление обучающихся с основами образовательной робототехники;
- формирование первоначальных навыков конструирования робототехнических моделей;
- развитие представлений об алгоритмах и программировании;
- обучение использованию датчиков и исполнительных механизмов;
- развитие пространственного, логического и алгоритмического мышления;
- формирование навыков сотрудничества и командной работы;
- развитие технического творчества и познавательной инициативы;
- подготовка к выполнению учебных проектов и исследовательских заданий.

Структура курса робототехники в начальной школе представлена на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Структура курса робототехники в начальной школе

Таблица 3.1 – Содержательные линии курса робототехники

Содержательная линия	Содержание обучения	Ожидаемый результат
Конструирование	Детали, соединения, простые механизмы	Учащийся собирает простые модели
Программирование	Команды, алгоритмы, циклы, условия	Учащийся создает простые программы
Датчики	Цвет, расстояние, касание, гироскоп	Учащийся понимает принципы взаимодействия робота с окружающей средой
Движение робота	Прямолинейное движение, поворот, остановка	Учащийся управляет движением модели
Проектная деятельность	Мини-проекты, защита, презентация	Учащийся создает и представляет проект
Соревнования	Лабиринт, сумо, кегельринг	Учащийся применяет знания в игровой форме

Как видно из таблицы 3.1, содержание курса строится по принципу постепенного усложнения учебного материала. Обучение начинается со знакомства с деталями конструктора и основными элементами робототехнических систем, затем обучающиеся переходят к изучению алгоритмов, программированию, работе с датчиками и выполнению практических заданий.

Важное место в содержании курса занимает проектная деятельность, позволяющая применять полученные знания при решении практических задач. Итогом освоения курса может выступать участие обучающихся в учебных проектах, конкурсах и соревнованиях по робототехнике.

Таким образом, содержание курса робототехники в начальной школе обеспечивает последовательное формирование конструкторских, алгоритмических и проектных умений, создавая основу для дальнейшего изучения робототехники, программирования и инженерно-технических дисциплин.

3.2 Формы организации обучения робототехнике

Эффективность обучения робототехнике во многом зависит от правильного выбора форм организации учебного процесса. Организация занятий должна обеспечивать активное участие обучающихся в практической деятельности, учитывать их возрастные особенности и создавать условия для формирования навыков сотрудничества и самостоятельной работы.

В образовательной робототехнике используются различные формы организации обучения, каждая из которых имеет собственные педагогические возможности. Классификация основных форм организации обучения представлена на рисунке 3.2.

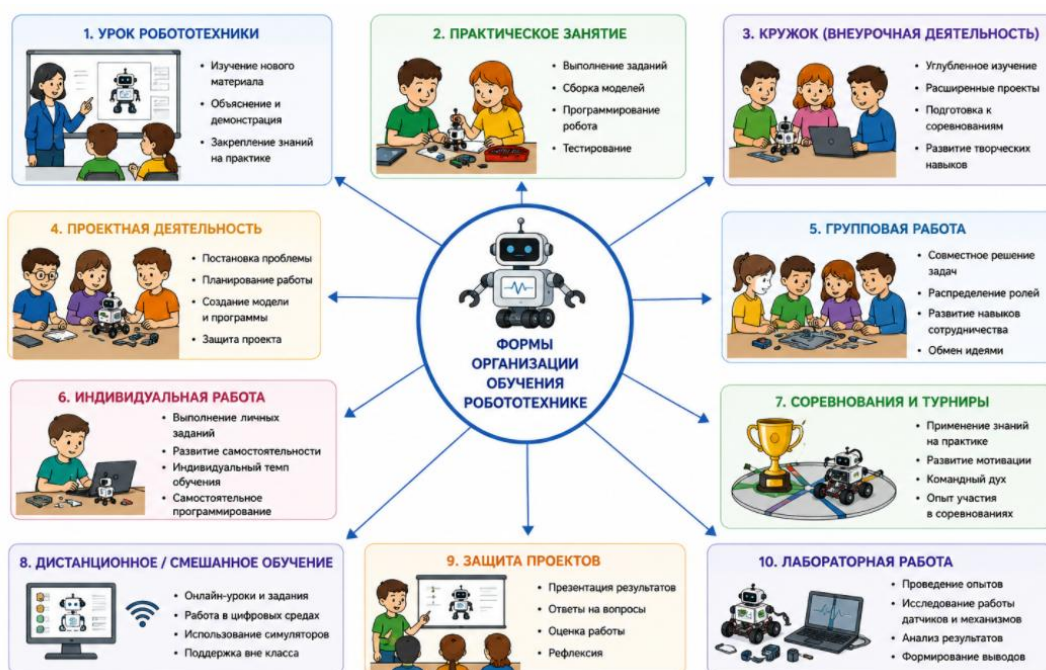


Рисунок 3.2 – Формы организации обучения робототехнике

Фронтальная форма обучения

Фронтальная форма предполагает одновременную работу всех обучающихся под руководством педагога. Она используется при объяснении нового материала, демонстрации робототехнических моделей, знакомстве с программной средой и обсуждении результатов выполненной работы.

Преимуществом данной формы является возможность организации единого образовательного пространства и управления деятельностью всего класса.

Индивидуальная форма обучения

Индивидуальная форма предусматривает самостоятельное выполнение обучающимися практических заданий. Она позволяет учитывать темп работы каждого ученика и способствует развитию самостоятельности, ответственности и навыков решения технических задач.

Индивидуальная работа особенно эффективна при выполнении заданий по программированию, настройке робототехнических моделей и поиску ошибок в алгоритмах.

Парная форма обучения

Парная работа предполагает совместное выполнение задания двумя обучающимися. Один из участников может выполнять функции конструктора, а другой — программиста, что способствует развитию взаимодействия и взаимопомощи.

Использование парной формы позволяет рационально использовать робототехнические наборы и обеспечивает более активное включение обучающихся в образовательный процесс.

Групповая форма обучения

Групповая форма является одной из наиболее распространённых в образовательной робототехнике. Работа в малых группах способствует развитию коммуникативных навыков, формированию ответственности за общий результат и приобретению опыта коллективного решения задач.

В процессе групповой работы обучающиеся распределяют обязанности, совместно разрабатывают конструкцию робота, создают программы управления и проводят испытания модели.

Основные характеристики различных форм организации обучения представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Формы организации обучения робототехнике

Форма обучения	Особенности	Педагогические возможности
Фронтальная	Работа всего класса	Объяснение и демонстрация
Индивидуальная	Самостоятельная деятельность	Развитие самостоятельности
Парная	Работа двух обучающихся	Формирование сотрудничества
Групповая	Работа малых групп	Развитие коммуникации
Кружковая	Дополнительные занятия	Углублённое изучение робототехники
Проектная	Работа над длительными заданиями	Подготовка к проектной деятельности

Кружковая деятельность

Кружковые занятия позволяют расширить содержание обучения за пределы обязательной образовательной программы. В рамках кружковой деятельности обучающиеся могут выполнять дополнительные практические задания, участвовать в конкурсах и совершенствовать навыки конструирования и программирования.

Кружковая форма предоставляет возможность учитывать интересы обучающихся и организовывать обучение по индивидуальным образовательным траекториям.

Проектная форма организации деятельности

Проектная форма предусматривает выполнение обучающимися длительных практических заданий, направленных на создание собственного робототехнического продукта. Она обеспечивает интеграцию знаний и умений, полученных в процессе изучения курса, и способствует развитию самостоятельности и ответственности.

Подробные особенности организации проектной деятельности рассматриваются в разделе 3.7 настоящего пособия.

Выбор формы организации обучения определяется целями занятия, содержанием учебного материала, уровнем подготовки обучающихся и имеющимися материально-техническими ресурсами. На практике наиболее эффективным является сочетание различных форм работы в рамках одного учебного занятия.

Таким образом, использование разнообразных форм организации обучения позволяет создавать условия для активной практической деятельности обучающихся, развивать навыки сотрудничества и обеспечивать успешное освоение содержания курса робототехники.

3.3 Методы и приемы обучения робототехнике

Эффективность обучения робототехнике во многом определяется выбором методов обучения, обеспечивающих активное вовлечение обучающихся в процесс конструирования, программирования и решения практических задач. Используемые методы должны соответствовать возрастным особенностям младших школьников и обеспечивать постепенное формирование предметных и метапредметных компетенций.

Методы обучения робототехнике представлены на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Основные методы обучения робототехнике

Объяснительно-иллюстративный метод

Объяснительно-иллюстративный метод используется при введении новых понятий, знакомстве с устройством робототехнических систем и изучении

принципов работы оборудования. В процессе объяснения педагог сопровождает материал демонстрацией изображений, схем, моделей и программных блоков.

Использование данного метода позволяет сформировать у обучающихся первоначальные представления о новом учебном материале и подготовить их к практической деятельности.

Демонстрационный метод

Демонстрационный метод предполагает показ готовых робототехнических моделей, способов их сборки, примеров программ и результатов выполнения заданий.

Демонстрация способствует формированию наглядных представлений и облегчает понимание принципов работы робототехнических систем. Особенно эффективен данный метод при изучении новых конструкций и алгоритмов управления роботами.

Практический метод

Практический метод является ведущим в образовательной робототехнике. Его сущность заключается в самостоятельном выполнении обучающимися практических действий по сборке моделей, программированию роботов и выполнению различных заданий.

Практическая деятельность обеспечивает прочное усвоение учебного материала и способствует формированию устойчивых навыков работы с робототехническими системами.

Основные методы обучения робототехнике представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Методы и приемы обучения робототехнике

Метод обучения	Назначение
Объяснительно-иллюстративный	Формирование первоначальных представлений
Демонстрационный	Наглядное представление способов действий
Практический	Формирование практических умений и навыков
Проблемный	Развитие самостоятельного поиска решений
Исследовательский	Формирование исследовательских компетенций
Игровой	Повышение мотивации и вовлечённости обучающихся

Проблемный метод

Проблемный метод основан на создании педагогом учебных ситуаций, требующих самостоятельного поиска решения. Обучающимся предлагаются практические задачи, для выполнения которых необходимо проанализировать условия, выдвинуть предположения и проверить их на практике.

Использование проблемных ситуаций способствует развитию логического мышления, самостоятельности и способности принимать решения.

Исследовательский метод

Исследовательский метод предполагает выполнение обучающимися заданий, связанных с наблюдением, экспериментированием и анализом полученных результатов.

В процессе работы обучающиеся изучают влияние различных параметров на поведение робота, сравнивают результаты испытаний и делают выводы на основе полученных данных.

Игровой метод

Игровой метод занимает важное место в обучении младших школьников. Использование игровых заданий, соревнований, сюжетных ситуаций и творческих конкурсов способствует поддержанию устойчивого интереса к занятиям робототехникой.

Игровая деятельность обеспечивает эмоциональную вовлечённость обучающихся и создаёт благоприятные условия для освоения нового материала.

Методические приемы обучения робототехнике

При реализации различных методов обучения педагог может использовать следующие приемы:

- постановка проблемных вопросов;
- демонстрация образца;
- пошаговая инструкция;
- обсуждение результатов работы;
- анализ ошибок;
- выполнение творческих заданий;
- взаимопроверка и самооценка.

Выбор методов и приемов обучения определяется целями занятия, содержанием учебного материала и уровнем подготовки обучающихся. Наиболее эффективным является их комплексное использование, обеспечивающее сочетание объяснения, демонстрации и практической деятельности.

Таким образом, применение разнообразных методов и приемов обучения позволяет обеспечить активное участие обучающихся в образовательном процессе, повысить качество усвоения учебного материала и создать условия для формирования устойчивого интереса к робототехнике.

3.4 Методика обучения конструированию роботов

Обучение конструированию является одним из первых этапов изучения робототехники в начальной школе. Конструкторская деятельность позволяет обучающимся познакомиться с устройством робототехнических моделей, приобрести практические навыки работы с деталями и подготовиться к дальнейшему изучению программирования и проектной деятельности.

Основной задачей обучения конструированию является формирование у обучающихся умений анализировать конструкцию модели, выбирать

необходимые элементы, выполнять сборку и оценивать работоспособность созданного устройства.

Организация обучения конструированию должна осуществляться по принципу постепенного усложнения заданий. Последовательность обучения представлена на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Этапы обучения конструированию роботов

На начальном этапе обучающиеся знакомятся с основными элементами конструктора, изучают способы соединения деталей и правила безопасной работы с оборудованием. Особое внимание уделяется формированию навыков распознавания деталей и пониманию их назначения.

Следующим этапом является сборка моделей по готовой инструкции. Использование пошаговых схем позволяет обучающимся освоить базовые приёмы конструирования и получить первый опыт создания робототехнических моделей.

После освоения сборки по образцу обучающимся предлагаются задания на анализ конструкции. В процессе работы учащиеся определяют назначение отдельных элементов модели, выявляют взаимосвязи между её компонентами и оценивают особенности функционирования конструкции.

Постепенно задания усложняются за счёт внесения изменений в готовые модели. Обучающиеся могут изменять конструкцию робота, добавлять новые элементы или совершенствовать отдельные механизмы. Такая деятельность способствует развитию технического творчества и самостоятельности.

Высшим уровнем освоения конструкторской деятельности является самостоятельное создание моделей для решения поставленной задачи. На данном этапе обучающиеся самостоятельно выбирают детали, планируют конструкцию и оценивают эффективность полученного результата.

Основные педагогические задачи на различных этапах обучения конструированию представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Этапы и педагогические задачи обучения конструированию

Этап обучения	Педагогические задачи
Знакомство с деталями	Формирование представлений об элементах конструктора
Сборка по инструкции	Освоение базовых способов конструирования
Анализ конструкции	Развитие навыков анализа технических объектов
Модификация модели	Развитие технического творчества
Самостоятельное конструирование	Формирование конструкторской самостоятельности

При обучении младших школьников рекомендуется использовать задания различного уровня сложности. Для начинающих обучающихся целесообразно применять готовые инструкции и образцы, а по мере накопления опыта переходить к частично-поисковым и творческим заданиям.

Важное значение имеет организация обсуждения результатов работы. Анализ готовых моделей позволяет обучающимся выявлять достоинства и недостатки конструкций, сравнивать различные способы решения задачи и совершенствовать собственные разработки.

Эффективность обучения конструированию существенно повышается при использовании проблемных заданий. Например, обучающимся может быть предложено создать наиболее устойчивую конструкцию, разработать модель с определёнными характеристиками или модернизировать существующий механизм.

В процессе обучения педагог выполняет функции консультанта и организатора деятельности, направляя обучающихся к самостоятельному поиску решений и создавая условия для проявления инициативы и творчества.

Таким образом, методика обучения конструированию роботов основывается на последовательном переходе от работы по образцу к самостоятельному созданию робототехнических моделей. Такой подход обеспечивает развитие технического мышления, практических навыков и готовности обучающихся к дальнейшему изучению робототехники.

3.5 Методика обучения программированию

Программирование является одним из ключевых компонентов образовательной робототехники. В процессе программирования обучающиеся учатся задавать последовательность действий робота, анализировать результаты работы программы и корректировать алгоритмы для достижения поставленной цели. Для младших школьников программирование выступает не как изучение сложных языков

программирования, а как средство развития логического и алгоритмического мышления.

Обучение программированию должно строиться на принципах доступности, наглядности и постепенного усложнения учебного материала. На начальном этапе рекомендуется использовать визуальное программирование, позволяющее создавать программы с помощью графических блоков без применения текстового кода.

Последовательность обучения программированию представлена на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Этапы обучения программированию роботов

Первоначальное обучение начинается со знакомства с отдельными командами и их назначением. Обучающиеся изучают простейшие действия робота: движение вперёд, движение назад, поворот и остановку. На данном этапе особое внимание уделяется пониманию связи между программой и поведением робототехнической модели.

Следующим этапом является создание линейных программ. Обучающиеся составляют последовательность команд для выполнения конкретного задания и наблюдают результат работы робота. Использование простых алгоритмов позволяет сформировать представление о структуре программы и логике её выполнения.

После освоения линейных программ обучающиеся переходят к изучению условий. Использование условных конструкций позволяет организовать выполнение различных действий в зависимости от внешних обстоятельств. Для повышения наглядности рекомендуется применять задания, связанные с реагированием робота на сигналы датчиков.

В дальнейшем вводятся циклические конструкции, позволяющие многократно повторять определённые действия. Изучение циклов способствует формированию представлений об автоматизации процессов и повышает эффективность создаваемых программ.

Особое место занимает обучение программированию с использованием датчиков. На данном этапе обучающиеся учатся создавать программы, реагирующие на изменения окружающей среды. Работа с датчиками

позволяет перейти от заранее заданного поведения робота к элементам автономного управления.

Основные этапы обучения программированию представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Этапы обучения программированию роботов

Этап обучения	Содержание деятельности	Результат обучения
Знакомство с командами	Изучение основных блоков программы	Понимание назначения команд
Линейные программы	Создание последовательности действий	Выполнение простых задач
Условные конструкции	Реализация выбора действий	Понимание принципа ветвления
Циклы	Организация повторяющихся действий	Использование повторений в программах
Работа с датчиками	Создание программ реагирования	Управление роботом по данным датчиков
Самостоятельное программирование	Разработка собственных алгоритмов	Создание законченных программ

При обучении программированию рекомендуется использовать практические задания, имеющие понятный для обучающихся результат. Это могут быть задачи на перемещение робота по заданному маршруту, прохождение препятствий, движение по линии или выполнение определённых действий по сигналу датчиков.

Важную роль играет организация отладки программ. Педагог должен формировать у обучающихся понимание того, что ошибки являются естественной частью процесса программирования. Анализ причин некорректной работы программы способствует развитию навыков самоконтроля и поиска решений.

Для повышения мотивации рекомендуется использовать игровые задания, мини-соревнования и практические ситуации, позволяющие обучающимся видеть результат своей работы. Наличие конкретной цели делает процесс программирования более осмысленным и способствует устойчивому интересу к занятиям.

В процессе обучения педагог постепенно снижает объём помощи и создаёт условия для самостоятельного программирования. Такой подход обеспечивает переход от выполнения заданий по образцу к разработке собственных алгоритмов и робототехнических решений.

Таким образом, методика обучения программированию роботов основывается на последовательном освоении программных конструкций, практической направленности обучения и постепенном развитии самостоятельности обучающихся. Данный подход обеспечивает

формирование алгоритмического мышления и готовности к созданию собственных робототехнических проектов.

3.6 Методика изучения датчиков и сенсорных систем

Изучение датчиков и сенсорных систем является важным этапом обучения робототехнике в начальной школе. Работа с датчиками позволяет обучающимся понять принципы взаимодействия робота с окружающей средой и перейти от выполнения заранее заданных команд к созданию программ, способных реагировать на внешние условия.

Основной задачей обучения является формирование представлений о том, каким образом робот получает информацию об окружающей среде и использует её для выполнения различных действий. При этом особое внимание следует уделять практической направленности обучения и организации экспериментальной деятельности обучающихся.

Последовательность изучения датчиков представлена на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Методика изучения датчиков робота

На первом этапе обучающиеся знакомятся с назначением датчика и наблюдают примеры его использования в робототехнических моделях. Демонстрация позволяет сформировать первоначальное представление о возможностях сенсорной системы и подготовить обучающихся к практической работе.

Следующим этапом является проведение простейших экспериментов. Обучающиеся исследуют работу датчика в различных условиях, наблюдают изменения показаний и фиксируют полученные результаты. Экспериментальная деятельность способствует развитию наблюдательности и исследовательских навыков.

После изучения принципов работы датчика обучающиеся переходят к созданию программ, использующих получаемые данные. На данном этапе важно показать связь между показаниями датчика и действиями робота.

Основные этапы обучения работе с датчиками представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Изучение датчиков в начальной школе

Этап обучения	Содержание деятельности
Знакомство	Изучение назначения датчика
Демонстрация	Наблюдение за работой датчика
Эксперимент	Исследование показаний в различных условиях
Программирование	Создание программ с использованием датчика
Анализ результатов	Обсуждение и интерпретация полученных данных
Практическое применение	Решение учебных и практических задач

При изучении датчиков рекомендуется придерживаться принципа постепенного усложнения заданий. Первоначально обучающиеся работают с одним датчиком, затем осваивают использование нескольких датчиков в рамках одной робототехнической модели.

Особое внимание следует уделять организации исследовательских заданий. Например, обучающимся можно предложить определить влияние расстояния до объекта на показания датчика, исследовать изменение освещённости поверхности или сравнить результаты работы датчика в различных условиях.

Эффективным методическим приёмом является использование проблемных ситуаций. Обучающимся предлагается задача, для решения которой необходимо определить, какой датчик следует использовать и каким образом организовать обработку получаемой информации.

Важное место занимает анализ результатов работы робота. После выполнения задания рекомендуется организовывать обсуждение причин успешного или неуспешного выполнения программы, выявлять возможные ошибки и предлагать пути их устранения.

Использование датчиков создаёт условия для интеграции робототехники с элементами исследовательской деятельности. Обучающиеся получают возможность выдвигать предположения, проводить эксперименты, анализировать данные и делать выводы на основе полученных результатов.

Таким образом, методика изучения датчиков и сенсорных систем основывается на сочетании демонстрации, эксперимента и практической деятельности. Последовательное освоение работы с датчиками способствует развитию исследовательских навыков, логического мышления и понимания принципов функционирования робототехнических систем.

3.7 Организация проектной и исследовательской деятельности учащихся

Проектная и исследовательская деятельность занимает важное место в обучении робототехнике, поскольку позволяет обучающимся применять полученные знания и умения для решения практических задач. В процессе выполнения проектов учащиеся приобретают опыт самостоятельной деятельности, учатся планировать работу, анализировать результаты и представлять собственные разработки.

Основной целью организации проектной деятельности является создание условий для активного применения знаний по конструированию, программированию и использованию робототехнических систем в процессе решения учебных и практических задач.

Проектная деятельность способствует развитию самостоятельности, ответственности, коммуникативных навыков, творческого мышления и способности работать в команде.

Этапы организации проектной деятельности представлены на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Этапы выполнения робототехнического проекта

Проектная деятельность в начальной школе должна соответствовать возрастным возможностям обучающихся. Тематика проектов должна быть понятной, практико-ориентированной и связанной с жизненным опытом детей.

В качестве тем проектов могут использоваться:

- умный светофор;
- робот-помощник;
- автоматический шлагбаум;
- модель умного дома;
- робот для сортировки объектов;
- робот для прохождения маршрута.

Организация проектной деятельности предполагает сопровождение обучающихся на каждом этапе выполнения работы. Педагог помогает

определить цель проекта, консультирует по вопросам конструирования и программирования, организует обсуждение промежуточных результатов и оказывает необходимую методическую поддержку.

Основные этапы проектной деятельности представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Этапы организации проектной деятельности

Этап	Содержание деятельности
Выбор темы	Определение проблемы или задачи проекта
Планирование	Постановка цели и распределение обязанностей
Реализация	Создание модели и разработка программы
Тестирование	Проверка работоспособности проекта
Презентация	Представление результатов работы
Рефлексия	Анализ выполненной деятельности

Наряду с проектной деятельностью важное место занимает исследовательская деятельность. Её особенностью является получение новых знаний на основе наблюдений, экспериментов и анализа результатов.

Исследовательские задания в робототехнике могут быть связаны с изучением влияния различных факторов на работу робота. Например, обучающиеся могут исследовать влияние скорости движения на точность прохождения маршрута, влияние освещённости на работу датчика цвета или влияние конструкции робота на устойчивость движения.

Последовательность организации исследовательской деятельности представлена на рисунке 3.8.



Рисунок 3.8 – Этапы исследовательской деятельности

При организации исследовательской деятельности педагог должен создавать условия для самостоятельного поиска решений, побуждать обучающихся к выдвижению предположений и анализу полученных результатов. Особое внимание следует уделять развитию навыков наблюдения, сравнения и аргументации собственных выводов.

Основные компоненты исследовательской деятельности представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Компоненты исследовательской деятельности обучающихся

Компонент	Содержание
Проблема	Вопрос или задача для исследования
Гипотеза	Предполагаемый результат
Эксперимент	Проверка выдвинутого предположения
Наблюдение	Сбор фактических данных
Анализ	Обработка результатов
Вывод	Формулирование итоговых результатов

Эффективность проектной и исследовательской деятельности во многом зависит от правильного выбора задач, уровня самостоятельности обучающихся и организации педагогического сопровождения. Важно создавать ситуации успеха и предоставлять учащимся возможность представлять результаты своей работы перед одноклассниками.

Таким образом, проектная и исследовательская деятельность обеспечивает практическое применение знаний, полученных в процессе изучения робототехники, способствует развитию самостоятельности, творческого мышления и исследовательских компетенций обучающихся.

3.8 Подготовка учащихся к соревнованиям по робототехнике

Соревнования по робототехнике являются важной формой практического применения знаний и умений, полученных обучающимися в процессе изучения робототехники. Участие в соревнованиях способствует повышению мотивации к обучению, развитию технического творчества, формированию навыков командной работы и приобретению опыта решения инженерных задач в условиях ограниченного времени.

Подготовка к соревнованиям должна носить системный характер и включать техническую, программную, организационную и психологическую подготовку обучающихся.

Основные направления подготовки представлены на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Основные направления подготовки к соревнованиям по робототехнике

На начальном этапе педагог знакомит обучающихся с регламентом соревнований, критериями оценки и особенностями выполнения соревновательных заданий. Понимание требований позволяет правильно организовать процесс подготовки и определить основные направления работы.

Техническая подготовка предусматривает совершенствование навыков конструирования робототехнических моделей. Обучающиеся учатся создавать устойчивые конструкции, повышать надёжность механизмов и оптимизировать работу робота для выполнения соревновательных задач.

Программная подготовка направлена на совершенствование навыков разработки и отладки программ управления роботом. Особое внимание уделяется повышению точности выполнения алгоритмов, скорости реакции робота и стабильности работы программ.

Важным элементом подготовки являются регулярные тренировки. В ходе тренировочных занятий обучающиеся многократно выполняют соревновательные задания, анализируют результаты и совершенствуют конструкцию робота и программное обеспечение.

Основные этапы подготовки к соревнованиям представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Этапы подготовки к соревнованиям по робототехнике

Этап подготовки	Содержание деятельности
Изучение регламента	Ознакомление с правилами соревнований
Конструирование модели	Подготовка робототехнической системы
Разработка программы	Создание алгоритмов управления
Тренировочные заезды	Отработка выполнения заданий
Анализ результатов	Выявление ошибок и совершенствование модели
Участие в соревнованиях	Выполнение соревновательных заданий

При подготовке команды рекомендуется распределять обязанности между участниками. Один обучающийся может отвечать за конструирование, другой — за программирование, третий — за тестирование и анализ результатов. Такое распределение способствует формированию навыков сотрудничества и повышает эффективность подготовки.

Особое значение имеет развитие навыков командного взаимодействия. Участники должны уметь обсуждать возникающие проблемы, совместно принимать решения и нести ответственность за общий результат.

Не менее важной является психологическая подготовка. Участие в соревнованиях связано с волнением и необходимостью работать в условиях ограниченного времени. Педагогу следует создавать ситуации, максимально приближённые к соревновательным условиям, формируя у обучающихся уверенность в собственных силах и готовность к преодолению трудностей.

В образовательной робототехнике наиболее распространёнными являются соревнования по прохождению лабиринта, движению по линии,

кегельрингу, робо-сумо и выполнению комплексных робототехнических заданий. Участие в таких мероприятиях позволяет обучающимся применять полученные знания на практике и оценивать уровень собственной подготовки.

Участие в соревнованиях способствует развитию ответственности, настойчивости, умения работать в коллективе и принимать решения в нестандартных ситуациях. Кроме того, соревновательная деятельность создаёт дополнительные условия для повышения интереса обучающихся к техническому творчеству и инженерным направлениям подготовки.

Таким образом, подготовка учащихся к соревнованиям по робототехнике представляет собой комплексный процесс, включающий совершенствование конструкторских и программных навыков, организацию тренировочной деятельности и развитие командного взаимодействия. Грамотно организованная подготовка способствует успешному выступлению обучающихся и повышению эффективности обучения робототехнике.

ГЛАВА 4. ПРАКТИКУМ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Практическая работа №1 Знакомство с образовательной робототехникой и средой EV3

Цель работы

Изучить назначение, состав и основные функциональные возможности робототехнического набора LEGO Mindstorms EV3, освоить интерфейс среды визуального программирования EV3 и приобрести первоначальные навыки разработки программ управления робототехнической системой.

Результаты обучения

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- характеризовать основные понятия образовательной робототехники;
- идентифицировать компоненты робототехнического набора LEGO Mindstorms EV3 и объяснять их назначение;
- использовать основные инструменты среды программирования EV3;
- создавать простейшие программы управления исполнительными механизмами;
- анализировать результаты выполнения программы и корректировать параметры движения робота;
- соблюдать требования техники безопасности при работе с робототехническим оборудованием.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы необходимо:

- набор LEGO Mindstorms EV3;
- интеллектуальный блок EV3;
- датчики и моторы;
- ноутбук или персональный компьютер;
- установленная среда программирования EV3;
- USB-кабель или Bluetooth-соединение;
- инструкция по технике безопасности.

Теоретические сведения

Образовательная робототехника представляет собой одно из современных направлений STEM-образования, обеспечивающее интеграцию знаний в области информатики, математики, физики, инженерии и технологий. Робототехнические комплексы позволяют моделировать реальные технические системы, разрабатывать алгоритмы управления и исследовать принципы функционирования автоматизированных устройств.

Использование образовательной робототехники способствует развитию алгоритмического мышления, инженерного подхода к решению задач, цифровой грамотности и навыков проектной деятельности.

Одной из наиболее распространенных образовательных платформ является **LEGO Mindstorms EV3**, которая объединяет программируемый контроллер, датчики, исполнительные механизмы и программную среду разработки.

Интеллектуальный блок EV3 выполняет функции управляющего устройства робототехнической системы. Он получает информацию от датчиков, обрабатывает ее в соответствии с разработанной программой и формирует управляющие сигналы для исполнительных механизмов.

В состав набора входят:

- интеллектуальный блок EV3;
- большие сервомоторы;
- средний сервомотор;
- датчик касания;
- датчик цвета;
- ультразвуковой датчик;
- гироскопический датчик;
- соединительные кабели;
- конструктивные элементы LEGO Technic.

Среда программирования LEGO Mindstorms EV3 использует технологию визуального блочного программирования, позволяющую создавать программы посредством соединения функциональных блоков без использования текстового кода.

Использование визуального программирования обеспечивает:

- наглядность построения алгоритмов;
- быстрое освоение принципов программирования;
- развитие алгоритмического мышления;
- снижение количества синтаксических ошибок.

Рисунок – Основные элементы набора LEGO Mindstorms EV3

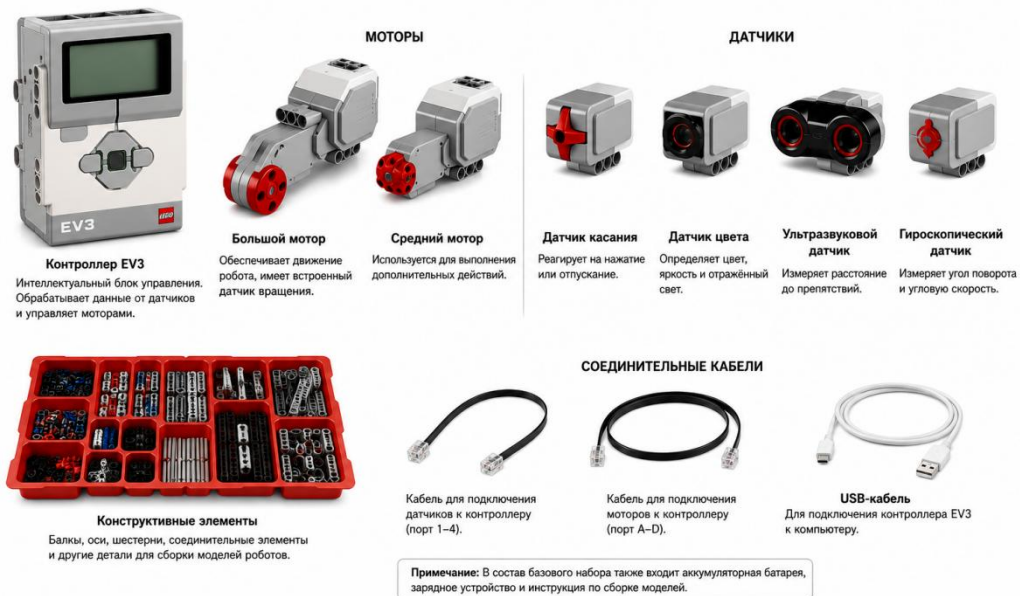


Рисунок 1.1 – Основные элементы робототехнического набора LEGO Mindstorms EV3

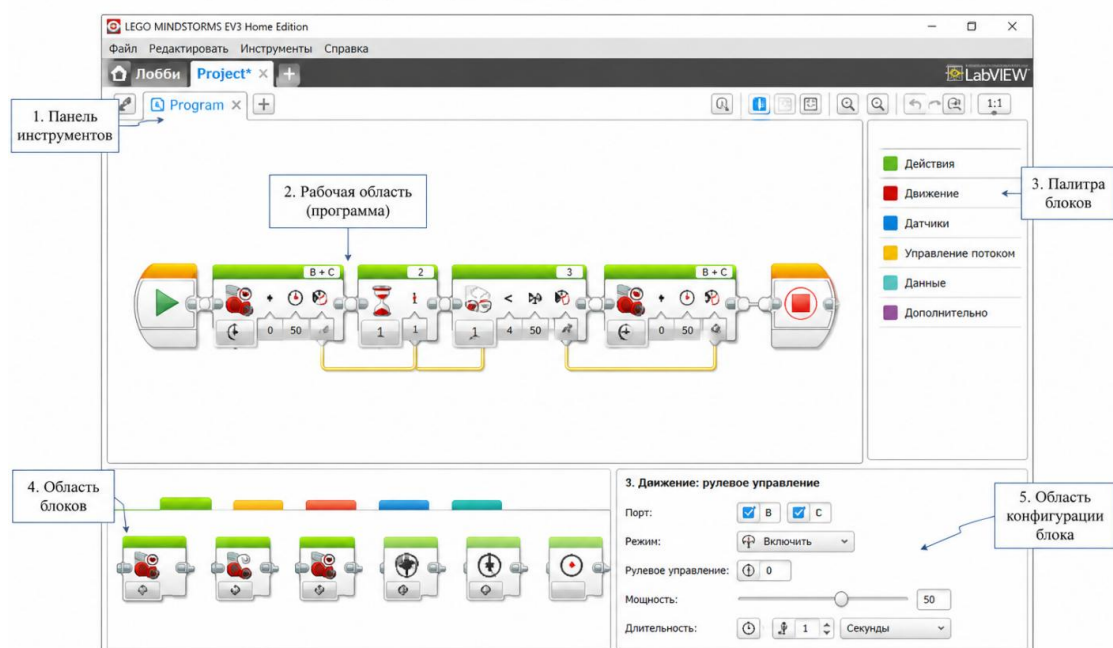


Рисунок 2 – Интерфейс среды программирования LEGO Mindstorms EV3

Требования безопасности

Перед началом выполнения работы необходимо ознакомиться с инструкцией по технике безопасности.

При выполнении практической работы запрещается:

- подключать оборудование при наличии механических повреждений;
- применять чрезмерное усилие при подключении кабелей;
- разбирать электронные компоненты;

- выполнять подключение оборудования без разрешения преподавателя.
После завершения работы необходимо отключить оборудование и привести рабочее место в порядок.

Ход выполнения работы

Задание 1. Изучение конструкции робототехнического набора
Изучите состав набора LEGO Mindstorms EV3.
Определите назначение каждого компонента.
Заполните таблицу.

Таблица – Основные элементы робототехнического набора

Компонент	Назначение	Порт подключения
Контроллер EV3		
Большой мотор		
Средний мотор		
Датчик цвета		
Датчик касания		
Ультразвуковой датчик		

Задание 2. Изучение среды программирования
Запустите программу LEGO Mindstorms EV3.
Создайте новый проект.
Изучите интерфейс программной среды.
Определите назначение следующих элементов:

- меню проекта;
- рабочая область;
- палитра блоков;
- область настройки блоков;
- панель управления проектом.

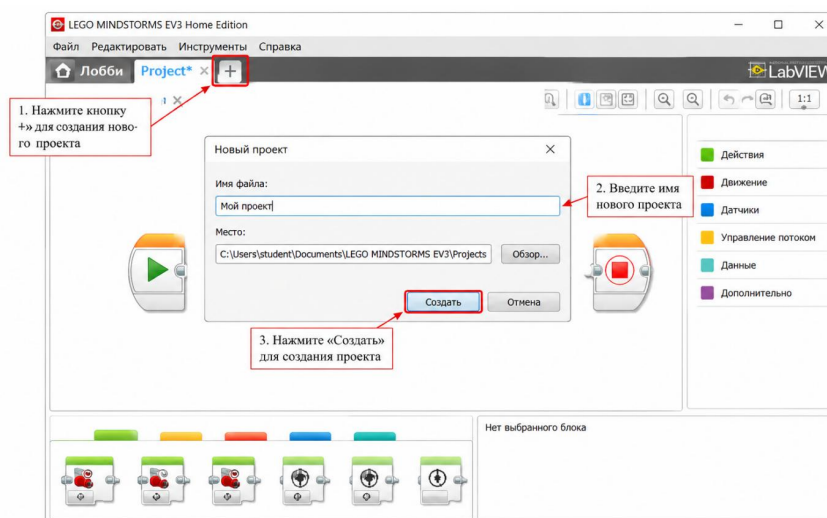


Рисунок 1.3 – Создание нового проекта

Задание 3. Разработка первой программы

Создайте программу движения робота.

Последовательность выполнения:

- Добавьте стартовый блок.
- Добавьте блок управления моторами.
- Установите скорость движения 50 %.
- Установите продолжительность движения 2 секунды.
- Передайте программу в контроллер.
- Запустите программу.
- Проанализируйте результат.

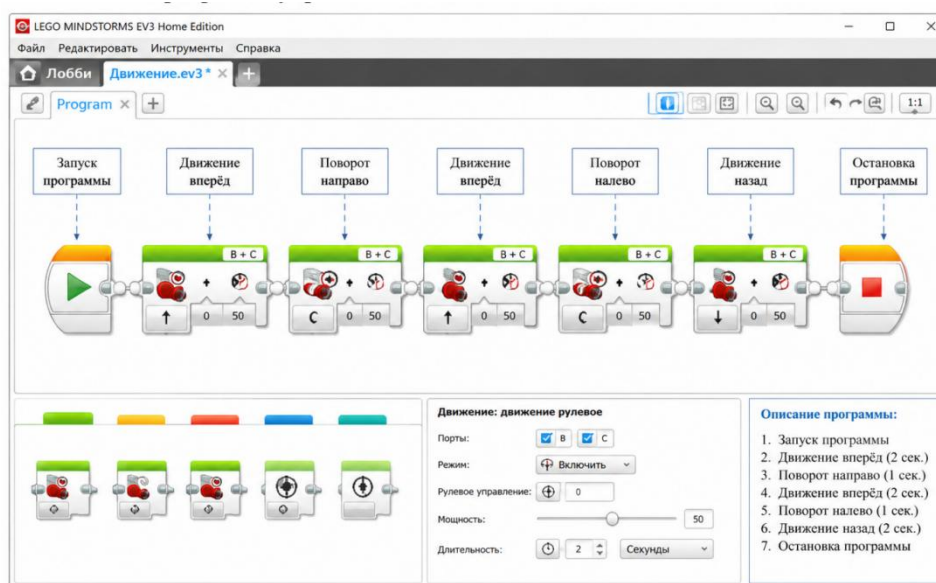


Рисунок 1.4 – Программа управления движением

Задание 4. Исследование параметров движения

Изменяя скорость движения робота, заполните таблицу.

Таблица – Результаты эксперимента

Скорость (%)	Время (с)	Результат
30	2	
50	2	
75	2	
100	2	

Сформулируйте вывод о влиянии скорости движения на работу робототехнической системы.

Задание 5. Модификация программы

Измените программу таким образом, чтобы робот:

- двигался вперед;
- выполнял поворот на 90°;

- продолжал движение;
- останавливался.

Проанализируйте последовательность выполнения алгоритма.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под образовательной робототехникой?
2. Какие компоненты входят в состав LEGO Mindstorms EV3?
3. Каково назначение интеллектуального блока EV3?
4. Какие датчики входят в состав набора?
5. Для чего используются сервомоторы?
6. Какие преимущества имеет визуальное программирование?
7. Какие параметры движения можно изменять программно?
8. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать?

Критерии оценивания

Критерий	Дескриптор	Баллы
Знание состава набора EV3	Правильно определены все компоненты	15
Работа в среде программирования	Уверенное использование интерфейса	15
Создание программы	Программа выполнена без ошибок	20
Исследование параметров	Проведен анализ результатов эксперимента	15
Ответы на контрольные вопросы	Полные и аргументированные ответы	15
Соблюдение требований безопасности	Все требования соблюдены	20
Итого		100

Практическая работа №2

Изучение базовых конструкций LEGO EV3

Цель работы

Изучить основные конструктивные элементы робототехнического набора LEGO Mindstorms EV3, освоить принципы сборки базовых конструкций и механических передач, а также приобрести практические навыки конструирования простейших робототехнических моделей.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- различать основные конструктивные элементы робототехнического набора LEGO Mindstorms EV3;
- объяснять назначение балок, осей, втулок, шестерён, колес и соединительных элементов;

- выполнять сборку базовой робототехнической платформы в соответствии со схемой;
- анализировать работу механических передач;
- оценивать влияние конструктивных изменений на характеристики робототехнической модели;
- соблюдать требования техники безопасности при работе с робототехническим оборудованием.

Теоретические сведения

Конструирование является одним из ключевых этапов разработки робототехнических систем. От качества конструкции зависят устойчивость, надежность, маневренность и эффективность работы робота. При проектировании необходимо учитывать прочность соединений, расположение центра тяжести, способ передачи движения и особенности взаимодействия отдельных механизмов.

Робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3 содержит широкий спектр конструктивных элементов, позволяющих создавать модели различной сложности. Все детали изготовлены по модульному принципу и совместимы между собой.

Основными конструктивными элементами являются:

- балки;
- оси;
- втулки;
- соединительные штифты;
- шестерни;
- колеса;
- поворотные элементы;
- рамы.

Каждый элемент выполняет определенную функцию в конструкции робототехнической модели.

Балки являются основой каркаса и обеспечивают прочность конструкции.

Оси предназначены для передачи вращательного движения между механизмами.

Втулки используются для фиксации деталей на оси и предотвращения их смещения.

Шестерни служат для передачи вращения и изменения скорости либо направления движения.

Колеса обеспечивают перемещение мобильной робототехнической платформы.

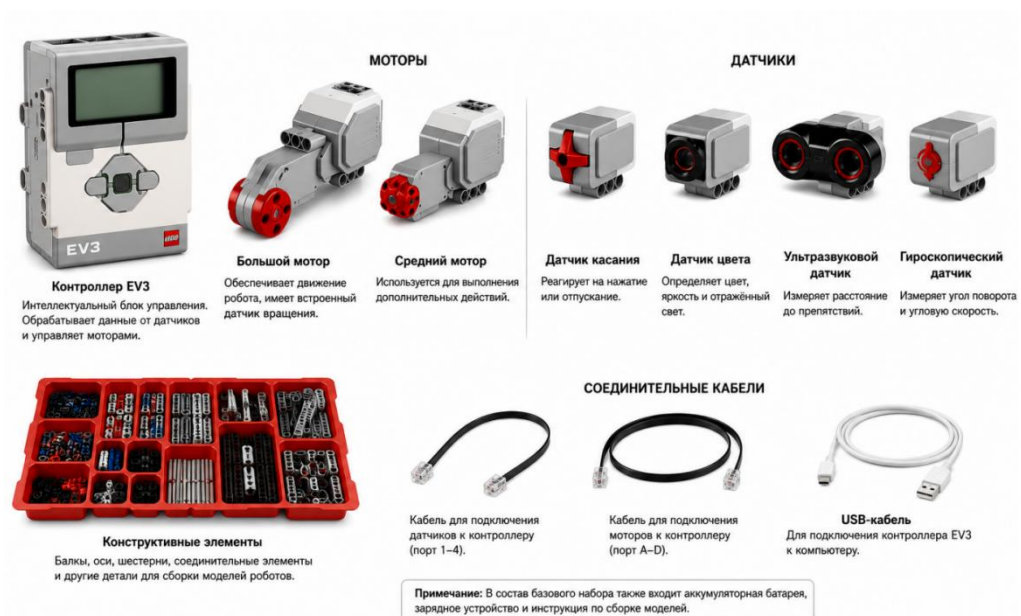


Рисунок 2.1 – Основные конструктивные элементы набора LEGO Mindstorms EV3

Особое место в робототехнике занимают механические передачи. Механическая передача представляет собой механизм передачи движения между исполнительными элементами конструкции.

В образовательной робототехнике наиболее часто используются:

- зубчатая передача;
- ременная передача;
- червячная передача;
- рычажные механизмы;
- осевые соединения.

Использование различных типов передач позволяет изменять скорость вращения, направление движения и величину крутящего момента.

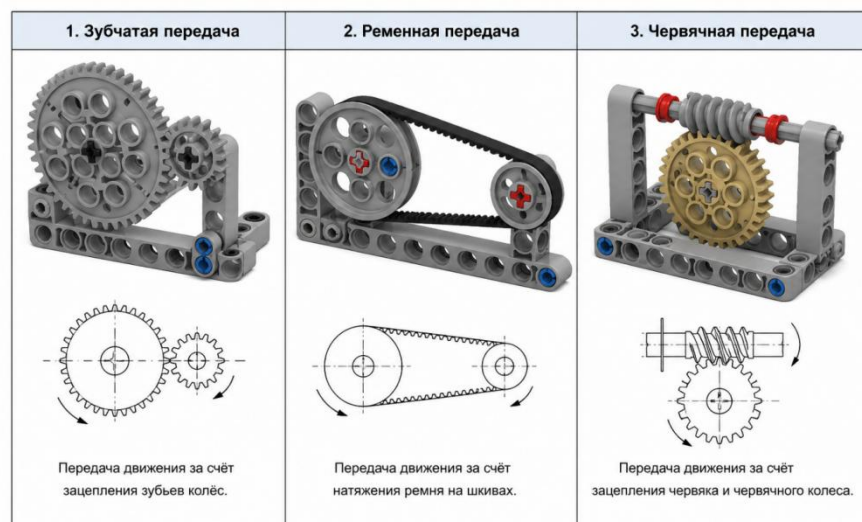


Рисунок 2.2 – Основные виды механических передач LEGO Mindstorms EV3

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- набор LEGO Mindstorms EV3;
- конструктивные элементы LEGO Technic;
- интеллектуальный блок EV3;
- сервомоторы;
- комплект шестерён;
- колеса и оси;
- компьютер с установленной программой LEGO Mindstorms EV3;
- инструкция по сборке.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо соблюдать следующие требования:

- использовать только исправное оборудование;
- не допускать механического повреждения деталей;
- не применять чрезмерное усилие при соединении элементов;
- поддерживать порядок на рабочем месте;
- после окончания работы разобрать модель и отсортировать детали по контейнерам.

Ход выполнения работы

Задание 1. Изучение конструктивных элементов

Изучите состав набора LEGO Mindstorms EV3.

Определите назначение каждого конструктивного элемента.

Заполните таблицу.

Таблица – Основные конструктивные элементы

Конструктивный элемент	Назначение	Пример использования
Балка		
Ось		
Втулка		
Шестерня		
Колесо		
Соединительный штифт		

Задание 2. Сборка базовой платформы

В соответствии с инструкцией соберите простейшую мобильную платформу.

После завершения сборки выполните проверку:

- правильности установки осей;

- надежности крепления колес;
- симметричности конструкции;
- прочности соединений.



Рисунок 2.3 – Базовая конструкция мобильной робототехнической платформы

Задание 3. Исследование зубчатой передачи

Соберите механизм с использованием двух зубчатых колес.

Определите:

- направление вращения ведомой шестерни;
- скорость вращения;
- влияние изменения диаметра шестерён на передаточное отношение.

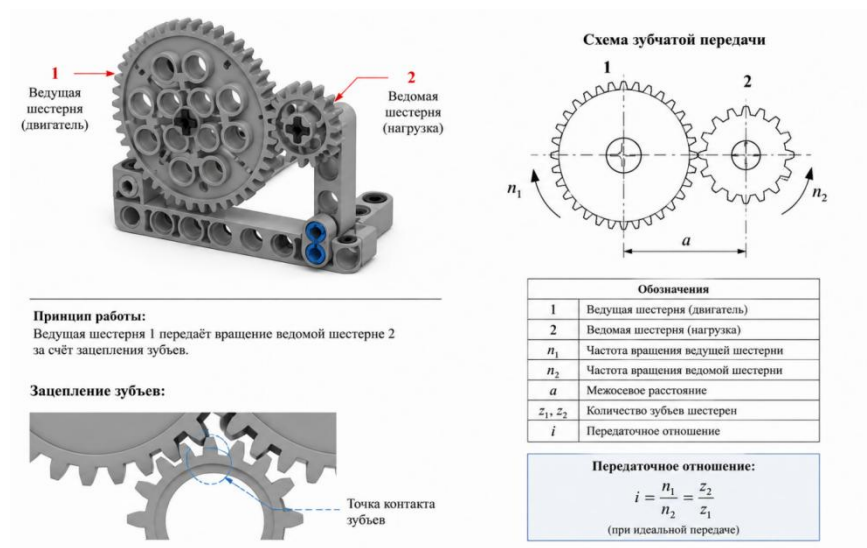


Рисунок 2.4 – Зубчатая передача LEGO EV3

Задание 4. Анализ механических передач

Соберите две конструкции:

- с одинаковыми шестернями;
- с различными диаметрами шестерён.

Заполните таблицу.

Таблица – Исследование механических передач

Вариант передачи	Скорость вращения	Крутящий момент	Наблюдение
Большая – большая			
Большая – малая			
Малая – большая			

Сделайте вывод о влиянии размеров шестерён на работу механизма.

Задание 5. Исследование устойчивости конструкции

Измените конструкцию платформы:

- увеличьте длину базы;
- измените расположение колес;
- добавьте дополнительную массу.

Оцените влияние внесенных изменений на:

- устойчивость;
- маневренность;
- прочность конструкции.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Изучение законов механики и передачи движения
Technology	Использование робототехнического конструктора LEGO EV3
Engineering	Проектирование и сборка робототехнической платформы
Mathematics	Анализ передаточного отношения и размеров деталей

Контрольные вопросы

1. Какие конструктивные элементы входят в состав LEGO Mindstorms EV3?
2. Каково назначение балки и оси?
3. Для чего используются втулки?
4. Какие виды механических передач применяются в робототехнике?
5. Как изменение диаметра шестерён влияет на скорость вращения?
6. Что такое передаточное отношение?
7. Почему важно соблюдать симметрию конструкции?
8. Какие факторы влияют на устойчивость мобильной платформы?
9. Какие требования безопасности необходимо соблюдать при выполнении сборки?

Критерии оценивания

Критерий	Дескриптор	Баллы
Знание конструктивных элементов	Правильно определено назначение всех элементов	15
Сборка платформы	Конструкция собрана правильно и устойчива	15
Исследование механических передач	Выполнен анализ работы передач	20
Выполнение исследовательского задания	Сделаны обоснованные выводы	15
Ответы на контрольные вопросы	Полные и аргументированные ответы	15
Соблюдение требований безопасности	Все требования соблюдены	20
Итого		100

Практическая работа №3 Создание первой программы управления роботом

Цель работы

Освоить основы визуального программирования в среде LEGO Mindstorms EV3, изучить принципы построения линейных алгоритмов и приобрести практические навыки разработки, настройки и тестирования программ управления движением робототехнической платформы.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять понятия «алгоритм», «программа» и «линейный алгоритм»;
- использовать основные блоки управления движением в среде LEGO Mindstorms EV3;
- создавать и редактировать проекты в программной среде EV3;
- разрабатывать простейшие программы управления движением робота;
- изменять параметры движения и анализировать результаты выполнения программы;
- соблюдать требования техники безопасности при работе с робототехническим оборудованием.

Теоретические сведения

Программирование является основным инструментом управления робототехническими системами. Именно программа определяет последовательность действий робота, режим работы исполнительных механизмов и реакцию на команды пользователя.

В образовательной робототехнике LEGO Mindstorms EV3 используется визуальная среда программирования, основанная на технологии блочного программирования. Алгоритм формируется путем последовательного

соединения функциональных блоков, каждый из которых выполняет определенную операцию.

Алгоритм представляет собой конечную последовательность действий, выполнение которых приводит к достижению поставленной цели. При программировании робототехнических систем применяются различные виды алгоритмов:

- линейные;
- разветвляющиеся;
- циклические.

На начальном этапе изучается линейный алгоритм, в котором команды выполняются последовательно, без ветвлений и повторений.



Рисунок 3.1 – Линейный алгоритм управления роботом

Для управления движением робота используются программные блоки категории Movement (Движение). Они позволяют:

- задавать скорость вращения двигателей;
- выбирать направление движения;
- устанавливать продолжительность движения;
- задавать количество оборотов колес;
- выполнять повороты.

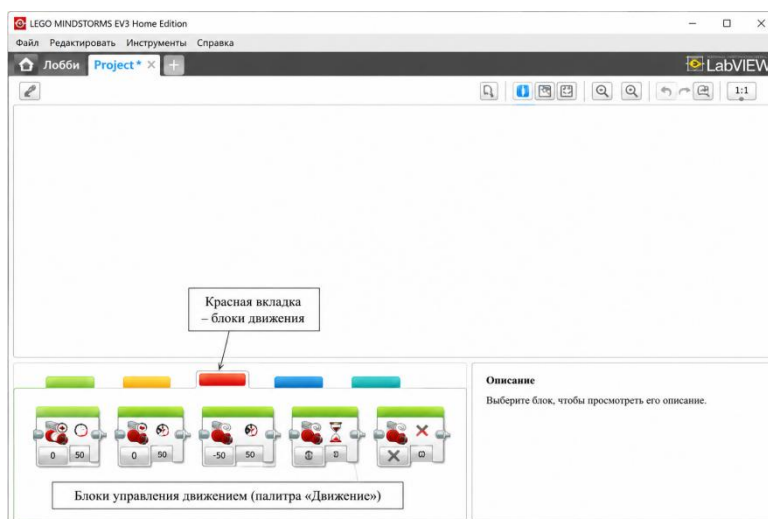


Рисунок 3.2 – Блоки управления движением в среде LEGO Mindstorms EV3

Основными параметрами движения являются:

- скорость;
- направление;
- время движения;
- количество оборотов двигателей;
- режим торможения.

Изменение этих параметров позволяет получать различные траектории движения робототехнической платформы.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- USB-кабель или Bluetooth-соединение.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- проверить исправность оборудования;
- убедиться в надежности крепления элементов конструкции;
- выполнять загрузку программы только после подключения контроллера;
- запускать программу на свободной поверхности;
- не удерживать движущегося робота руками;
- по окончании работы отключить оборудование.

Ход выполнения работы

Задание 1. Создание нового проекта

Запустите среду программирования LEGO Mindstorms EV3.

Создайте новый проект.

Сохраните проект под именем «Движение робота».

Подключите интеллектуальный блок EV3 к компьютеру.

Проверьте соединение между компьютером и контроллером.

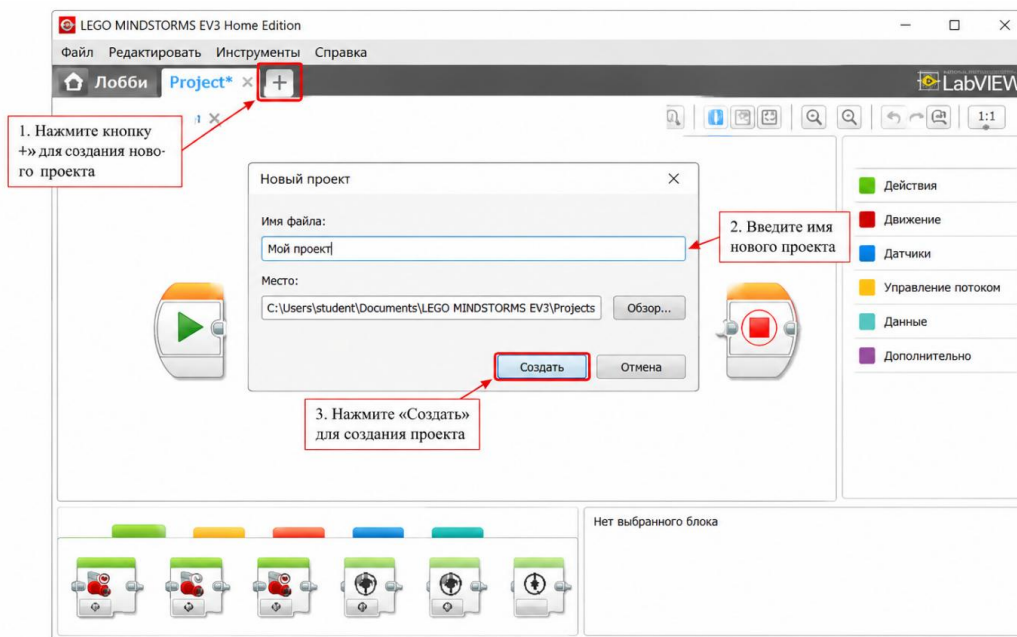


Рисунок 3.3 – Создание нового проекта в среде EV3

Задание 2. Разработка программы движения вперед
Создайте программу, обеспечивающую прямолинейное движение робота. Последовательность выполнения:

- Добавьте стартовый блок.
- Разместите блок управления движением.
- Настройте скорость движения 50 %.
- Установите продолжительность движения 3 секунды.
- Добавьте команду остановки двигателей.
- Загрузите программу в контроллер EV3.
- Выполните тестирование программы.

Программа движения вперед

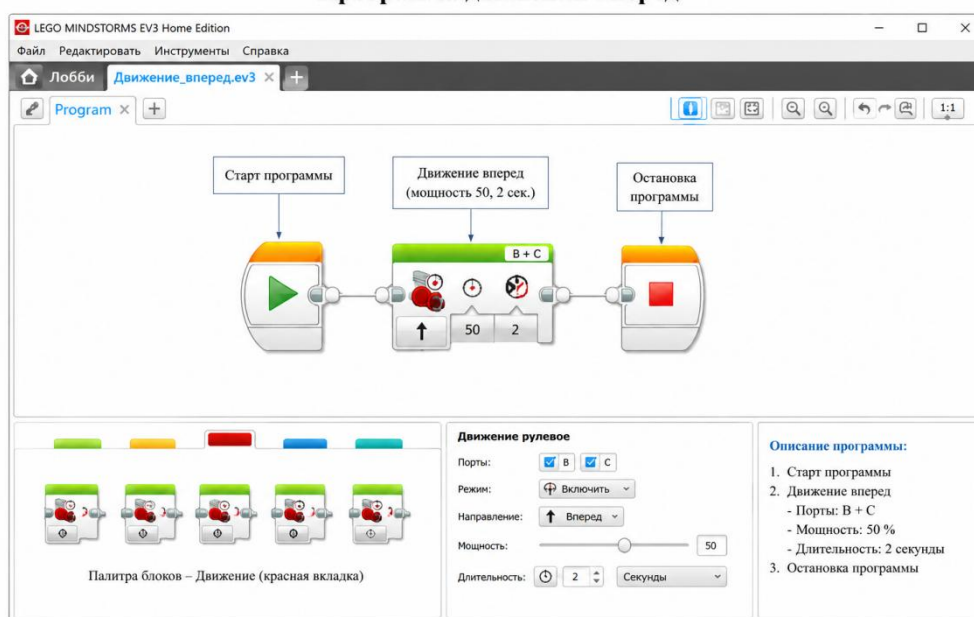


Рисунок 3.4 – Программа движения вперед

Задание 3. Исследование параметров движения

Последовательно изменяйте скорость движения робота.

Заполните таблицу.

Таблица – Исследование скорости движения

Скорость (%)	Время движения (с)	Наблюдение
25	3	
50	3	
75	3	
100	3	

Сделайте вывод о влиянии скорости на движение робототехнической платформы.

Задание 4. Исследование времени движения

Оставив скорость постоянной (50 %), измените время выполнения команды.

Таблица – Исследование продолжительности движения

Скорость (%)	Время (с)	Пройденное расстояние	Вывод
50	1		
50	2		
50	3		
50	5		

Определите зависимость между временем движения и пройденным расстоянием.

Задание 5. Создание программы движения с поворотом

Модифицируйте разработанную программу.

Робот должен:

- двигаться вперед;
- выполнить поворот на 90°;
- продолжить движение;
- остановиться.

Проведите тестирование программы и при необходимости скорректируйте параметры движения.

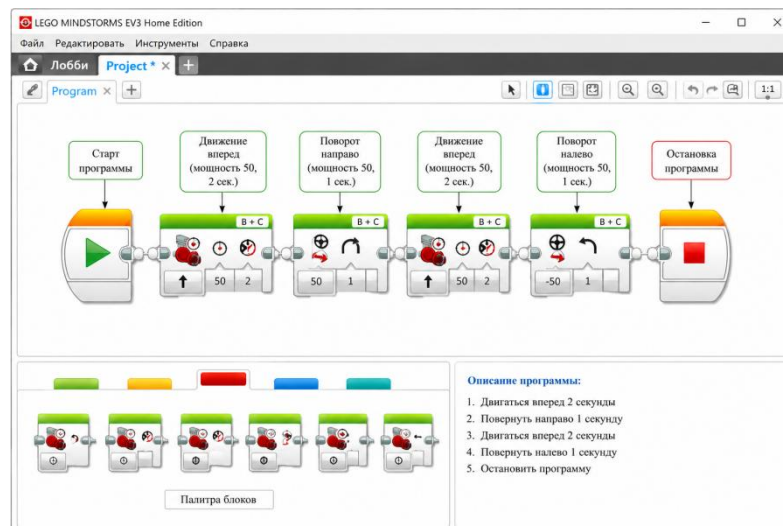


Рисунок 3.5 – Программа движения с поворотом

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование закономерностей движения робототехнической платформы
Technology	Использование среды программирования LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Настройка параметров исполнительных механизмов
Mathematics	Определение зависимости между скоростью, временем и расстоянием

Контрольные вопросы

1. Что называется алгоритмом?
2. Какие виды алгоритмов используются при программировании робототехнических систем?
3. Что представляет собой линейный алгоритм?
4. Какие блоки используются для управления движением робота?
5. Какие параметры движения можно изменять?
6. Как скорость влияет на движение робота?
7. Как изменяется пройденное расстояние при увеличении времени движения?
8. Какие способы подключения контроллера EV3 к компьютеру используются?
9. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при программировании робототехнической системы?

Критерии оценивания

Критерий	Дескриптор	Баллы
Создание проекта	Проект создан и сохранен корректно	15
Разработка программы	Программа составлена без ошибок	15
Настройка параметров движения	Все параметры заданы правильно	20
Выполнение исследовательских заданий	Получены результаты и сформулированы выводы	15
Ответы на контрольные вопросы	Полные и аргументированные ответы	15
Соблюдение требований безопасности	Все требования соблюдены	20
Итого		100

Практическая работа №4

Изучение интерфейса среды программирования LEGO EV3

Цель работы

Изучить структуру и функциональные возможности среды программирования LEGO Mindstorms EV3, освоить основные элементы интерфейса, приобрести практические навыки создания, редактирования, сохранения и загрузки программ управления робототехнической системой.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- ориентироваться в интерфейсе среды программирования LEGO Mindstorms EV3;
- использовать основные категории программных блоков;
- создавать, сохранять и открывать проекты;
- настраивать параметры программных блоков;
- разрабатывать простейшие программы управления роботом;
- анализировать структуру алгоритма и корректировать программу при необходимости.

Теоретические сведения

Среда программирования LEGO Mindstorms EV3 представляет собой интегрированную визуальную среду разработки, предназначенную для создания программ управления робототехническими устройствами. Программирование осуществляется посредством соединения графических блоков, каждый из которых выполняет определенную функцию.

Интерфейс среды программирования включает несколько функциональных областей:

- строку меню;

- панель инструментов;
- рабочую область проекта;
- палитру программных блоков;
- окно настройки параметров блоков;
- панель подключения контроллера EV3.

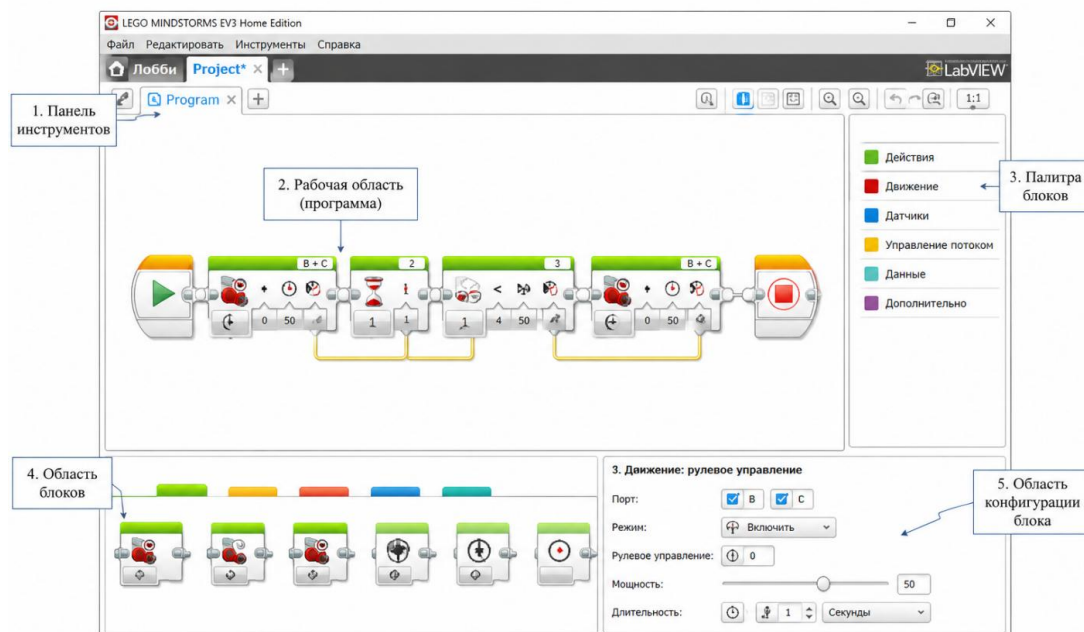


Рисунок 4.1 – Интерфейс среды программирования LEGO Mindstorms EV3

Все программные блоки распределены по функциональным категориям:

- движение (Movement);
- ожидание (Wait);
- управление (Flow Control);
- датчики (Sensor);
- операции с данными (Data Operations);
- дополнительные блоки.

Каждый программный блок имеет собственные параметры, позволяющие задавать скорость движения, направление, продолжительность выполнения команды и другие характеристики.

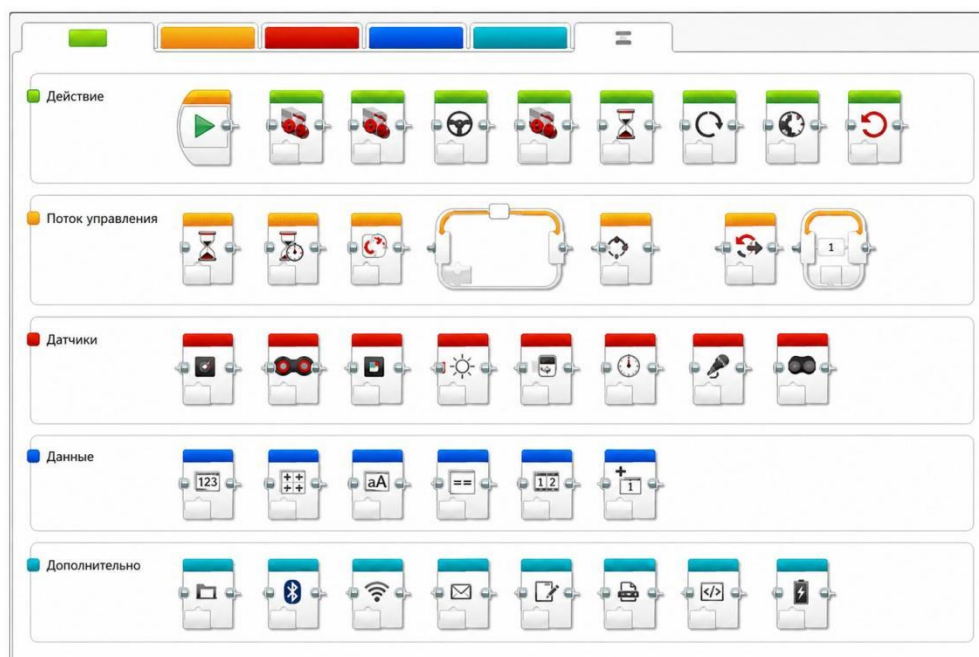


Рисунок 4.2 – Палитра программных блоков среды EV3

Настройка параметров осуществляется через окно свойств блока. Корректный выбор параметров обеспечивает правильное выполнение алгоритма управления роботом.

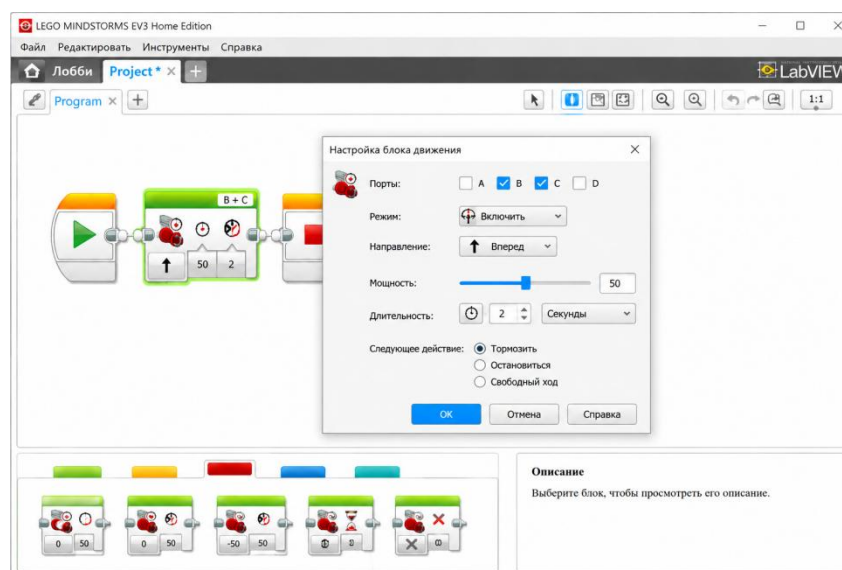


Рисунок 4.3 – Окно настройки параметров программного блока

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- персональный компьютер или ноутбук;
- установленная среда LEGO Mindstorms EV3;
- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- интеллектуальный блок EV3;
- USB-кабель или Bluetooth-соединение.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- использовать исправное оборудование;
- подключать контроллер только после запуска программной среды;
- соблюдать последовательность подключения устройств;
- не отключать контроллер во время передачи программы;
- завершить работу корректным закрытием программы.

Ход выполнения работы

Задание 1. Изучение интерфейса среды программирования

1. Запустите среду LEGO Mindstorms EV3.
2. Ознакомьтесь с элементами интерфейса.
3. Определите назначение каждого элемента.
4. Заполните таблицу.

Таблица – Основные элементы интерфейса EV3

Элемент интерфейса	Назначение
Строка меню	
Панель инструментов	
Рабочая область	
Палитра блоков	
Окно настройки блока	
Панель подключения	

Задание 2. Изучение категорий программных блоков

Изучите функциональные возможности следующих категорий:

- блоки движения;
- блоки ожидания;
- блоки управления;
- блоки датчиков;
- математические блоки;
- блоки операций с данными.

Таблица – Категории программных блоков

Категория	Назначение	Пример использования
Движение		
Ожидание		
Управление		
Датчики		
Данные		

Задание 3. Создание программы

Создайте новый проект.

Разработайте программу, включающую:

- блок запуска;
- блок движения;
- блок ожидания;
- блок остановки двигателей.

Настройте параметры каждого блока и выполните проверку программы.

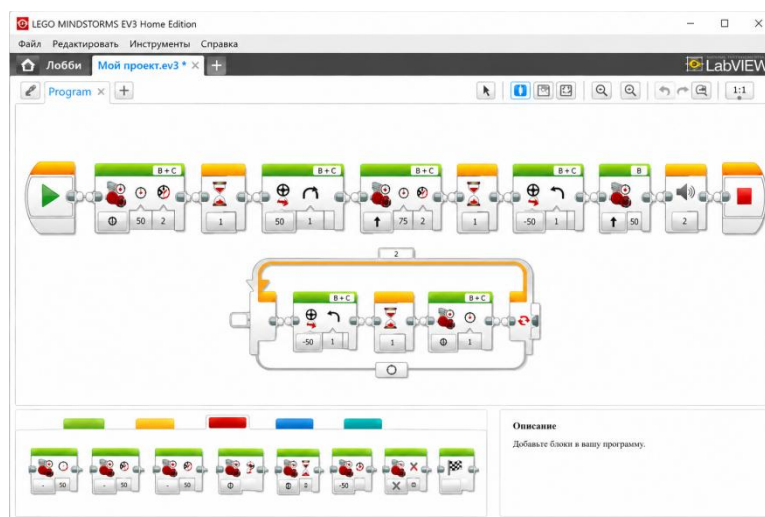


Рисунок 4.4 – Программа с использованием нескольких блоков

Задание 4. Сохранение и редактирование проекта

1. Сохраните проект под именем «Практическая работа № 4».
2. Закройте программу.
3. Повторно откройте проект.
4. Добавьте новый блок движения.
5. Повторно сохраните программу.

Задание 5. Исследование параметров программных блоков

Измените параметры блока движения.

Заполните таблицу.

Таблица – Исследование параметров блока движения

Скорость (%)	Время (с)	Наблюдение
25	2	
50	2	
75	2	
100	2	

Проанализируйте влияние изменения параметров на работу робототехнической платформы.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
-----------	-------------------------

Science	Изучение принципов функционирования программной среды
Technology	Использование среды программирования LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Разработка алгоритма управления роботом
Mathematics	Анализ параметров движения и их влияния на результат

Контрольные вопросы

1. Какие элементы входят в интерфейс среды LEGO Mindstorms EV3?
2. Для чего используется палитра программных блоков?
3. Какие категории блоков имеются в программной среде?
4. Какие параметры можно изменять в блоке движения?
5. Для чего необходимо сохранять проект?
6. Какие способы подключения контроллера EV3 к компьютеру существуют?
7. Какие ошибки могут возникнуть при создании программы?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при работе со средой программирования?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Изучение структуры интерфейса и правильное определение назначения его элементов	20
Работа с категориями программных блоков и заполнение таблицы	20
Создание и настройка программы управления роботом	30
Выполнение исследования параметров программных блоков и анализ результатов	20
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа №5 Изучение датчика цвета LEGO EV3

Цель работы

Изучить устройство, принцип действия и режимы работы датчика цвета LEGO Mindstorms EV3, освоить программирование робототехнической системы с использованием датчика цвета и исследовать влияние внешних факторов на точность его работы.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять принцип работы датчика цвета LEGO Mindstorms EV3;

- различать режимы работы датчика и выбирать их в зависимости от поставленной задачи;
- подключать датчик цвета к интеллектуальному блоку EV3;
- использовать датчик цвета при разработке программ управления роботом;
- создавать программу движения робота по линии;
- анализировать влияние цвета поверхности, освещенности и расстояния до объекта на показания датчика.

Теоретические сведения

Датчик цвета LEGO Mindstorms EV3 является одним из основных измерительных устройств робототехнической платформы. Он предназначен для определения цвета объектов, измерения интенсивности отраженного света и оценки уровня внешней освещенности.

Использование датчика позволяет роботу получать информацию об окружающей среде и принимать решения в соответствии с разработанным алгоритмом управления.

Датчик функционирует в трех основных режимах:

- определение цвета объекта;
- измерение интенсивности отраженного света;
- измерение уровня внешнего освещения.



Рисунок 5.1 – Датчик цвета LEGO Mindstorms EV3

При работе в режиме определения цвета датчик способен распознавать основные цвета: черный, белый, красный, зеленый, синий, желтый, коричневый и другие.

В режиме измерения отраженного света датчик определяет количество света, отраженного от поверхности, что позволяет использовать его для движения робота по линии.

Одним из наиболее распространенных примеров применения датчика является алгоритм следования по линии. При этом робот анализирует отражательную способность поверхности и корректирует траекторию движения при обнаружении границы между светлой и темной поверхностями.



Рисунок 5.2 – Принцип движения робота по линии

На точность измерений оказывают влияние:

- уровень внешнего освещения;
- расстояние между датчиком и поверхностью;
- цвет и фактура исследуемого объекта;
- скорость движения робота.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- датчик цвета EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- персональный компьютер или ноутбук;
- среда программирования LEGO Mindstorms EV3;
- испытательный полигон с черной линией.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- подключать датчик только при отключенном питании контроллера;
- надежно фиксировать соединительные кабели;
- избегать механических повреждений датчика;

- не направлять источник яркого света непосредственно на приемник датчика;
- выполнять запуск программы только после проверки правильности подключения оборудования.

Ход выполнения работы

Задание 1. Подключение и проверка датчика цвета

1. Подключите датчик цвета к одному из входных портов интеллектуального блока EV3.
2. Запустите среду программирования.
3. Проверьте корректность подключения устройства.
4. Определите номер используемого порта.

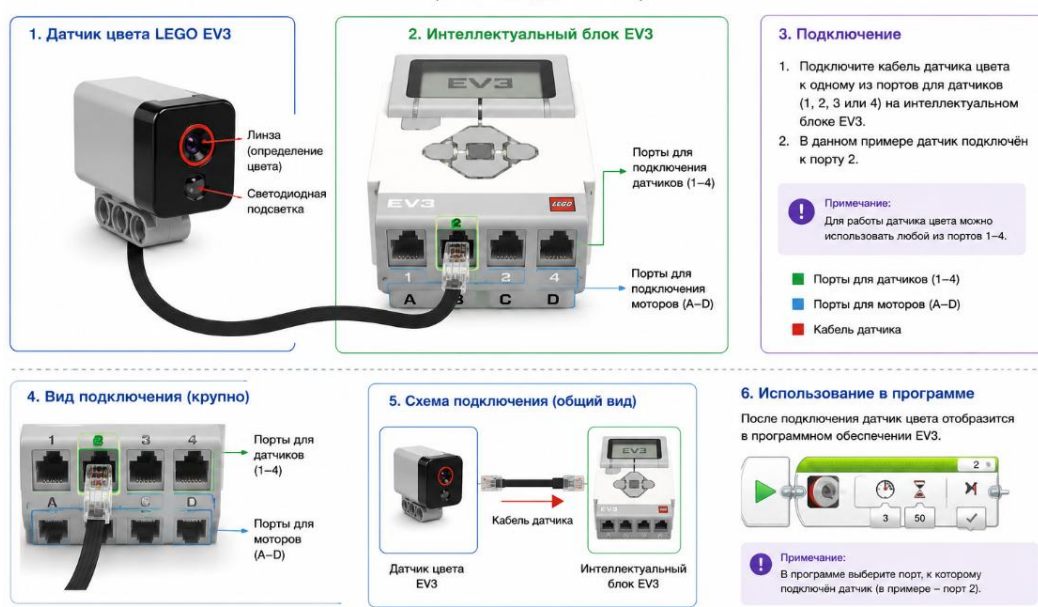


Рисунок 5.3 – Подключение датчика цвета к интеллектуальному блоку EV3

Задание 2. Исследование режимов работы датчика

Используя режим просмотра данных датчиков, исследуйте работу датчика цвета на различных поверхностях.

Таблица – Результаты исследования датчика цвета

Цвет поверхности	Режим определения цвета	Интенсивность отраженного света (%)
Белый		
Черный		
Красный		
Зеленый		
Синий		

Желтый		
--------	--	--

Сделайте вывод о различии показаний датчика для различных цветов.

Задание 3. Разработка программы движения по линии

Создайте программу, обеспечивающую движение робота вдоль черной линии.

Программа должна включать:

- блок запуска;
- блок движения;
- блок датчика цвета;
- условный оператор;
- блок остановки.

Настройте пороговое значение отраженного света и протестируйте работу программы.

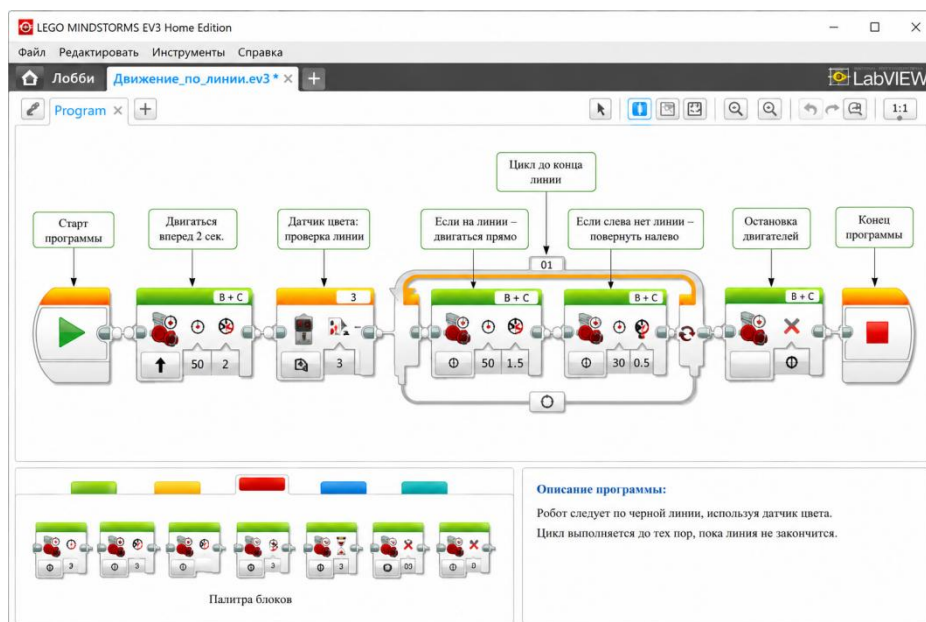


Рисунок 5.4 – Программа движения по линии

Задание 4. Исследование влияния внешних факторов

Проведите серию экспериментов.

Измените:

- уровень освещенности;
- расстояние между датчиком и поверхностью;
- цвет исследуемой поверхности.

Таблица – Влияние внешних факторов на работу датчика

Условие эксперимента	Показания датчика	Наблюдение
Яркое освещение		
Обычное освещение		
Слабое освещение		

Расстояние 5 мм		
Расстояние 15 мм		
Расстояние 25 мм		

Проанализируйте полученные результаты.

Задание 5. Оптимизация программы

Измените параметры программы движения по линии таким образом, чтобы повысить устойчивость движения робота.

Оцените:

- точность движения;
- количество отклонений от линии;
- плавность движения.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование отражения света различными поверхностями
Technology	Использование датчика цвета LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Настройка робототехнической платформы для движения по линии
Mathematics	Анализ числовых значений показаний датчика и выбор порогового значения

Контрольные вопросы

1. Каково назначение датчика цвета LEGO Mindstorms EV3?
2. Какие режимы работы поддерживает датчик?
3. Как определяется цвет поверхности?
4. Для чего используется режим отраженного света?
5. Какие факторы влияют на точность измерений?
6. Почему необходимо выбирать пороговое значение при движении по линии?
7. Какие преимущества дает использование датчиков в робототехнических системах?
8. В каких областях применяется технология следования по линии?
9. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при работе с датчиком цвета?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Подключение и настройка датчика цвета, проверка его работоспособности	20
Исследование режимов работы датчика и заполнение таблицы наблюдений	20

Разработка и тестирование программы движения робота по линии	30
Выполнение исследования влияния внешних факторов и анализ результатов	20
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа №6

Изучение ультразвукового датчика LEGO EV3

Цель работы

Изучить устройство, принцип действия и функциональные возможности ультразвукового датчика LEGO Mindstorms EV3, освоить методы измерения расстояния до объектов и приобрести практические навыки разработки программ управления робототехнической системой с использованием датчика расстояния.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять принцип действия ультразвукового датчика LEGO Mindstorms EV3;
- подключать датчик к интеллектуальному блоку и выполнять его настройку;
- использовать программные блоки работы с ультразвуковым датчиком;
- создавать программы автоматической остановки робота перед препятствием;
- исследовать влияние расстояния, размеров и материала объекта на точность измерений;
- анализировать результаты эксперимента и формулировать обоснованные выводы.

Теоретические сведения

Ультразвуковой датчик LEGO Mindstorms EV3 предназначен для бесконтактного определения расстояния до объектов. Работа датчика основана на использовании ультразвуковых волн высокой частоты.

Во время работы датчик излучает ультразвуковой сигнал, который распространяется в пространстве, отражается от поверхности объекта и возвращается обратно к приемнику. Контроллер EV3 определяет время прохождения сигнала и вычисляет расстояние до препятствия.



Рисунок 6.1 – Ультразвуковой датчик LEGO Mindstorms EV3

Принцип измерения расстояния основан на формуле

$$S = \frac{v \cdot t}{2},$$

где:

- S — расстояние до объекта;
- v — скорость распространения звука в воздухе;
- t — время прохождения ультразвукового сигнала.

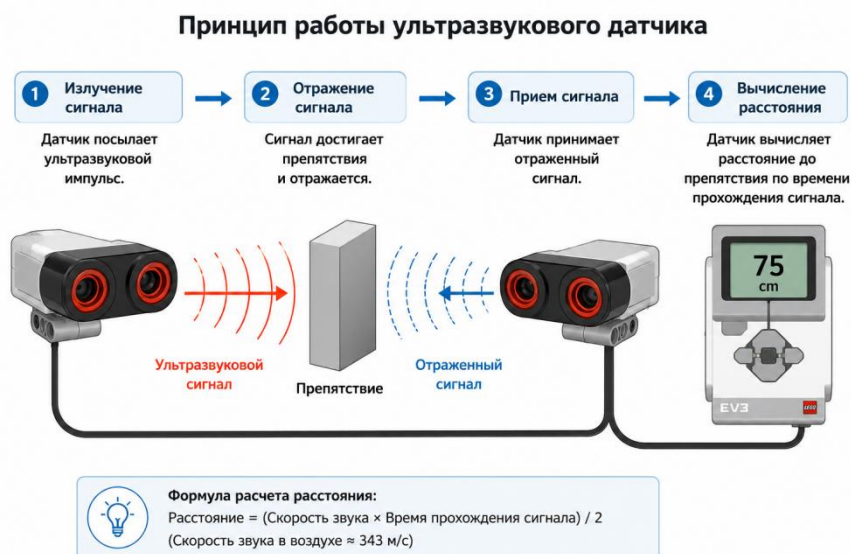


Рисунок 6.2 – Принцип работы ультразвукового датчика

Ультразвуковой датчик применяется для решения следующих задач:

- обнаружение препятствий;
- автоматическая остановка робота;
- движение с обходом препятствий;
- автономная навигация;
- измерение расстояний.

Точность измерений зависит от ряда факторов:

- формы объекта;

- материала поверхности;
- угла падения ультразвуковой волны;
- температуры окружающей среды;
- расстояния до объекта.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- ультразвуковой датчик EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- объекты различной формы, размеров и материала.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- подключать датчик только к соответствующему входному порту контроллера;
- не допускать механических повреждений датчика;
- надежно закрепить соединительные кабели;
- запускать программу только после проверки подключения оборудования;
- не создавать препятствия движущемуся роботу руками.

Ход выполнения работы

Задание 1. Подключение ультразвукового датчика

1. Подключите ультразвуковой датчик к интеллектуальному блоку EV3.
2. Запустите программную среду.
3. Определите номер входного порта.
4. Убедитесь в корректности работы датчика.



Рисунок 6.3 – Подключение ультразвукового датчика к контроллеру EV3

Задание 2. Измерение расстояния до объектов

Используя режим просмотра показаний датчиков, выполните измерения расстояния до объекта.

Таблица – Результаты измерения расстояния

Реальное расстояние (см)	Показания датчика (см)	Абсолютная погрешность (см)
10		
20		
30		
40		
50		

Сравните полученные результаты с реальными значениями и определите точность измерений.

Задание 3. Разработка программы остановки перед препятствием

Создайте программу, обеспечивающую автоматическую остановку робота при обнаружении препятствия на расстоянии менее **15 см**.

Программа должна включать:

- блок запуска;
- блок движения;
- блок ультразвукового датчика;
- условный оператор;
- блок остановки.

Протестируйте программу при различных расстояниях до препятствия.

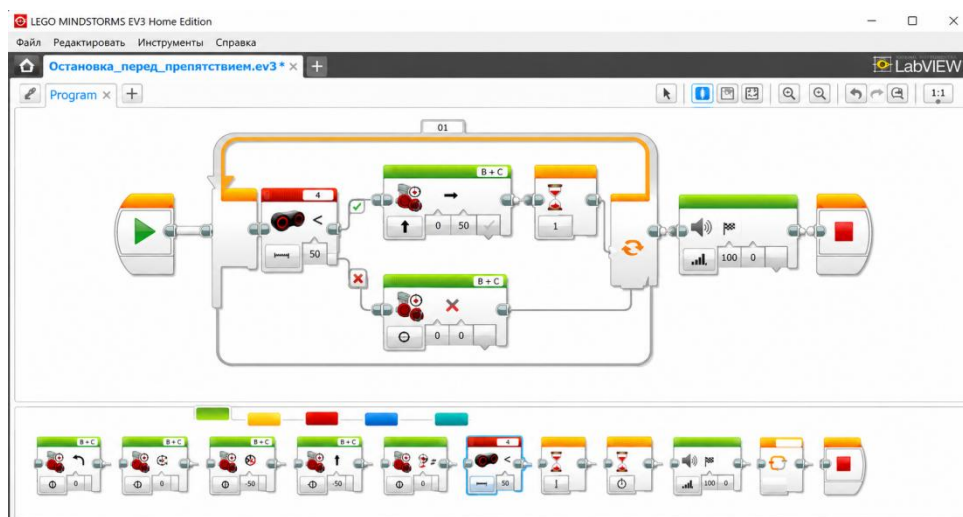


Рисунок 6.4 – Программа остановки робота перед препятствием

Задание 4. Исследование точности измерений

Проведите серию экспериментов с объектами различных размеров и материалов.

Таблица – Исследование работы ультразвукового датчика

Материал объекта	Размер объекта	Расстояние (см)	Показания датчика (см)
Картон	Малый		
Пластик	Средний		
Дерево	Большой		
Металл	Средний		

Проанализируйте влияние материала и размеров объекта на результаты измерений.

Задание 5. Исследование влияния расстояния на работу датчика

Измените расстояние между датчиком и объектом.

Определите диапазон расстояний, в котором датчик обеспечивает наиболее стабильные измерения.

Сформулируйте выводы по результатам эксперимента.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование распространения и отражения ультразвуковых волн
Technology	Использование ультразвукового датчика LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Разработка системы автоматической остановки робота
Mathematics	Измерение расстояния, определение погрешности измерений и анализ экспериментальных данных

Контрольные вопросы

1. Каково назначение ультразвукового датчика LEGO Mindstorms EV3?
2. На каком физическом принципе основана его работа?
3. Какие факторы влияют на точность измерений?
4. Почему при вычислении расстояния используется деление времени прохождения сигнала на два?
5. В каких случаях применяется ультразвуковой датчик в робототехнике?
6. Как реализуется автоматическая остановка робота перед препятствием?
7. Какие преимущества имеют бесконтактные методы измерения расстояния?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при работе с робототехнической системой?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Подключение и настройка ультразвукового датчика, проверка его работоспособности	15
Выполнение измерений расстояния и заполнение таблицы результатов	20
Разработка и тестирование программы автоматической остановки робота	30

Проведение экспериментального исследования и анализ влияния различных факторов на точность измерений	25
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа №7 Изучение датчика касания LEGO EV3

Цель работы

Изучить устройство, принцип действия и функциональные возможности датчика касания LEGO Mindstorms EV3, освоить программирование робототехнических систем с использованием датчика касания и приобрести практические навыки разработки алгоритмов реагирования на внешние воздействия.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять принцип работы датчика касания LEGO Mindstorms EV3;
- подключать датчик касания к интеллектуальному блоку EV3 и выполнять его настройку;
- использовать программные блоки работы с датчиком касания в среде LEGO Mindstorms EV3;
- разрабатывать программы реагирования робота на механическое воздействие;
- анализировать влияние условий эксплуатации на работу датчика;
- оценивать эффективность алгоритмов управления робототехнической системой с использованием датчика касания.

Теоретические сведения

Датчик касания LEGO Mindstorms EV3 предназначен для регистрации механического воздействия на робототехническую систему. Он позволяет определить момент нажатия, отпускания или удержания кнопки и используется в качестве устройства ввода информации в систему управления роботом.

Принцип работы датчика основан на замыкании электрического контакта при механическом нажатии кнопки. После регистрации события интеллектуальный блок EV3 получает цифровой сигнал и выполняет действия, предусмотренные программой.



Рисунок 7.1 – Датчик касания LEGO Mindstorms EV3

Датчик поддерживает несколько режимов работы:

- нажатие;
- отпускание;
- состояние кнопки;
- ожидание события.

В робототехнических системах датчик касания применяется для:

- обнаружения столкновений;
- автоматической остановки робота;
- запуска определённых действий после нажатия кнопки;
- организации взаимодействия пользователя с роботом;
- реализации систем безопасности.



Рисунок 7.2 – Принцип работы датчика касания

Использование датчиков касания позволяет реализовать алгоритмы с условиями, при которых дальнейшее выполнение программы зависит от поступления сигнала с датчика.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;

- датчик касания EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- персональный компьютер или ноутбук;
- среда программирования LEGO Mindstorms EV3;
- USB-кабель или Bluetooth-соединение.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- подключать датчик только к входному порту интеллектуального блока EV3;
- не прикладывать чрезмерное усилие при нажатии кнопки датчика;
- надежно закрепить датчик на робототехнической платформе;
- выполнять запуск программы только после проверки соединений;
- соблюдать порядок на рабочем месте и отключать оборудование после завершения работы.

Ход выполнения работы

Задание 1. Подключение датчика касания

1. Подключите датчик касания к интеллектуальному блоку EV3.
2. Запустите среду программирования LEGO Mindstorms EV3.
3. Определите номер входного порта.
4. Проверьте корректность работы датчика в режиме просмотра показаний.



Рисунок 7.3 – Подключение датчика касания к интеллектуальному блоку EV3

Задание 2. Исследование режимов работы датчика

Проверьте работу датчика в различных режимах.

Таблица – Исследование работы датчика касания

Действие	Состояние датчика	Реакция системы
Кнопка не нажата		
Кнопка нажата		
Удержание кнопки		

Сравните результаты и сформулируйте вывод.

Задание 3. Разработка программы остановки робота

Создайте программу, обеспечивающую движение робототехнической платформы до момента срабатывания датчика касания.

Программа должна включать:

- блок запуска;
- блок движения;
- блок ожидания сигнала от датчика касания;
- блок остановки двигателей.

Протестируйте программу и оцените корректность её работы.

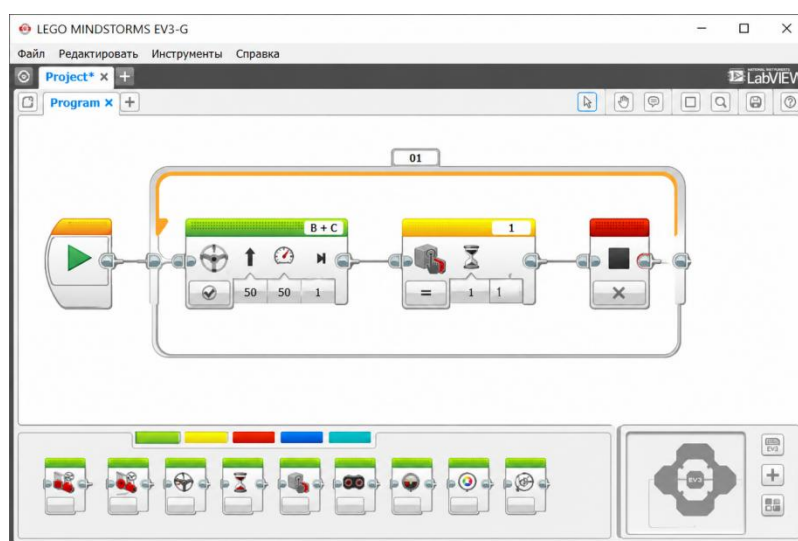


Рисунок 7.4 – Программа остановки робота при срабатывании датчика касания

Задание 4. Исследование влияния условий эксплуатации

Проведите серию экспериментов.

Измените:

- положение датчика на конструкции робота;
- направление механического воздействия;
- скорость движения робототехнической платформы.

Таблица – Исследование работы датчика касания

Условие эксперимента	Результат	Вывод
Переднее расположение датчика		
Боковое расположение датчика		
Низкая скорость движения		
Высокая скорость движения		

Проанализируйте влияние каждого фактора на работу робототехнической системы.

Задание 5. Разработка программы реагирования на нажатие

Создайте программу, в которой после нажатия датчика касания робот:

- останавливается;
- воспроизводит звуковой сигнал;
- движется назад в течение двух секунд;
- завершает выполнение программы.

Проведите тестирование программы и оцените корректность выполнения алгоритма.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование механического взаимодействия объектов
Technology	Использование датчика касания LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Разработка системы реагирования на столкновение
Mathematics	Анализ времени реакции и результатов экспериментов

Контрольные вопросы

1. Каково назначение датчика касания LEGO Mindstorms EV3?
2. На каком принципе основана работа датчика?
3. Какие режимы работы поддерживает датчик?
4. Какие события может фиксировать датчик касания?
5. Как реализуется остановка робота после срабатывания датчика?
6. Какие факторы могут влиять на корректность работы датчика?
7. В каких робототехнических системах используются датчики касания?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при работе с датчиком касания?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Подключение и настройка датчика касания, проверка его работоспособности	15
Исследование режимов работы датчика и заполнение таблицы наблюдений	20
Разработка и тестирование программы управления роботом с использованием датчика касания	30
Выполнение экспериментального исследования и анализ влияния условий эксплуатации на работу датчика	25
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа №8

Изучение гироскопического датчика LEGO EV3

Цель работы

Изучить устройство, принцип действия и функциональные возможности гироскопического датчика LEGO Mindstorms EV3, освоить методы измерения угла поворота и скорости вращения робототехнической платформы, а также приобрести практические навыки разработки программ управления движением робота с использованием датчика ориентации.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять принцип действия гироскопического датчика LEGO Mindstorms EV3;
- подключать гироскопический датчик к интеллектуальному блоку EV3 и выполнять его настройку;
- использовать программные блоки работы с гироскопическим датчиком;
- разрабатывать программы управления поворотом робототехнической платформы на заданный угол;
- анализировать влияние скорости движения на точность выполнения поворотов;
- оценивать эффективность применения гироскопических датчиков в системах навигации и автоматического управления.

Теоретические сведения

Гироскопический датчик LEGO Mindstorms EV3 предназначен для определения угла поворота и угловой скорости робототехнической платформы. Использование датчика позволяет контролировать ориентацию робота в пространстве и выполнять точные маневры при движении.

В отличие от датчиков расстояния или касания, гироскопический датчик измеряет изменение положения относительно исходной точки и передает информацию в интеллектуальный блок EV3 для последующей обработки.

Гироскопический датчик LEGO Mindstorms EV3



Гироскопический датчик измеряет угловую скорость и угол поворота робота в градусах в секунду ($^{\circ}/c$). Позволяет отслеживать вращение и изменение ориентации.

Рисунок 8.1 – Гироскопический датчик LEGO Mindstorms EV3

Основными режимами работы гироскопического датчика являются:

- измерение угла поворота ($^{\circ}$);
- измерение угловой скорости ($^{\circ}/c$).

Перед началом работы рекомендуется выполнить калибровку датчика, разместив робототехническую платформу на неподвижной горизонтальной поверхности. Это позволяет повысить точность измерений и уменьшить накопление ошибок.

Принцип работы датчика основан на регистрации изменения ориентации робототехнической платформы относительно начального положения.

Принцип работы гироскопического датчика

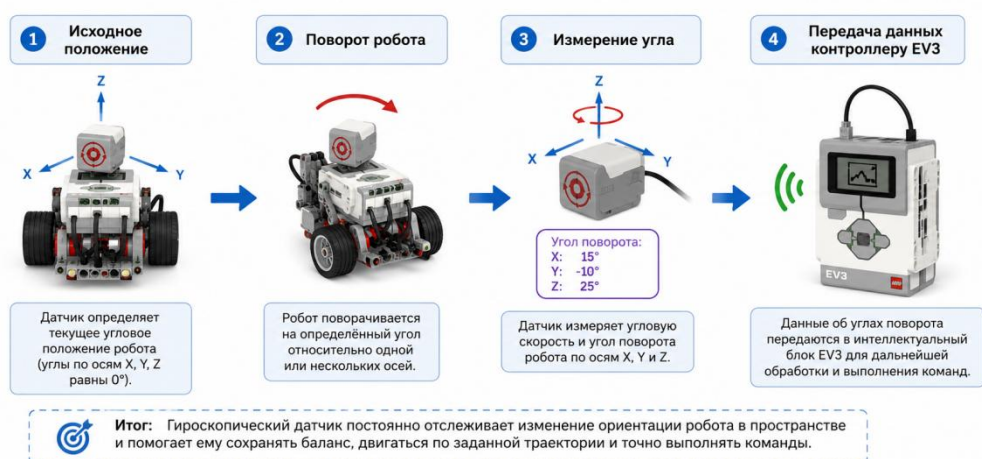


Рисунок 8.2 – Принцип работы гироскопического датчика

Гироскопические датчики широко применяются:

- в мобильной робототехнике;
- беспилотных летательных аппаратах;
- навигационных системах;
- автоматизированных производственных комплексах;

- автономных транспортных средствах.

Точность работы датчика зависит от скорости вращения, качества калибровки и условий эксплуатации.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- гироскопический датчик EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- испытательная площадка с нанесенной угловой разметкой.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- надежно закрепить гироскопический датчик на робототехнической платформе;
- не перемещать робота во время калибровки датчика;
- запускать программу только после проверки подключения оборудования;
- исключить столкновения робота с препятствиями;
- после завершения работы отключить питание контроллера.

Ход выполнения работы

Задание 1. Подключение гироскопического датчика

1. Подключите гироскопический датчик к интеллектуальному блоку EV3.
2. Запустите программную среду LEGO Mindstorms EV3.
3. Определите номер входного порта.
4. Проверьте корректность отображения данных датчика.



Рисунок 8.3 – Подключение гироскопического датчика к интеллектуальному блоку EV3

Задание 2. Исследование работы датчика

Используя режим просмотра данных, выполните измерение угла поворота робототехнической платформы.

Таблица – Результаты измерения угла поворота

Заданный угол (°)	Показания датчика (°)	Абсолютная погрешность (°)
45		
90		
180		
270		
360		

Сравните результаты измерений и оцените точность работы датчика.

Задание 3. Разработка программы поворота робота

Создайте программу, обеспечивающую последовательное выполнение следующих действий:

- движение вперед;
- поворот на 90°;
- движение вперед;
- поворот на 180°;
- остановка робототехнической платформы.

Используйте гироскопический датчик для контроля угла поворота.

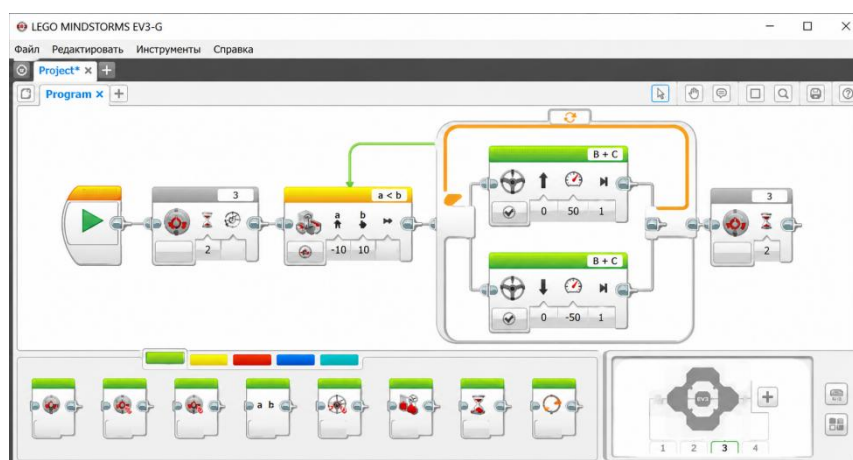


Рисунок 8.4 – Программа управления поворотом робота

Задание 4. Исследование влияния скорости на точность поворота

Изменяя скорость движения робота, выполните измерение фактического угла поворота.

Таблица – Влияние скорости движения на точность поворота

Скорость (%)	Заданный угол (°)	Измеренный угол (°)	Погрешность (°)
25	90		
50	90		
75	90		
100	90		

Определите диапазон скоростей, обеспечивающий наибольшую точность выполнения поворота.

Задание 5. Исследование работы гироскопического датчика

Проведите серию экспериментов.

Измените:

- угол поворота;
- скорость вращения;
- направление поворота.

Проанализируйте влияние каждого параметра на точность измерений и выполнение программы.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование закономерностей вращательного движения и измерения углов
Technology	Использование гироскопического датчика LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Разработка системы управления ориентацией робототехнической платформы
Mathematics	Измерение углов, расчет погрешности и анализ экспериментальных данных

Контрольные вопросы

1. Каково назначение гироскопического датчика LEGO Mindstorms EV3?
2. Какие параметры измеряет гироскопический датчик?
3. Для чего выполняется калибровка датчика?
4. Какие факторы влияют на точность измерения угла поворота?
5. Почему гироскопический датчик используется в системах навигации?
6. Как реализуется программное управление поворотом робота?
7. В каких технических системах применяются гироскопические датчики?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при работе с гироскопическим датчиком?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Подключение и настройка гироскопического датчика, выполнение калибровки	15
Исследование режимов работы датчика и выполнение измерений углов поворота	20
Разработка и тестирование программы управления поворотом робототехнической платформы	30
Выполнение экспериментального исследования и анализ влияния скорости движения на точность поворота	25
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа №9 Использование циклов в программировании LEGO EV3

Цель работы

Изучить принципы построения циклических алгоритмов в среде программирования LEGO Mindstorms EV3, освоить использование блока цикла при разработке программ управления робототехнической платформой и приобрести практические навыки создания алгоритмов с повторяющимися действиями.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять назначение циклических алгоритмов в робототехнических системах;
- различать основные виды циклов, используемых в среде LEGO Mindstorms EV3;
- использовать блок цикла при разработке программ управления роботом;
- создавать программы с заданным количеством повторений и бесконечным циклом;
- анализировать влияние параметров цикла на работу робототехнической платформы;
- оценивать эффективность применения циклических алгоритмов при решении практических задач.

Теоретические сведения

Алгоритм представляет собой последовательность команд, выполнение которых обеспечивает решение поставленной задачи. В зависимости от структуры различают линейные, разветвляющиеся и циклические алгоритмы.

Циклический алгоритм используется в случаях, когда определенная последовательность действий должна выполняться многократно. Применение циклов позволяет уменьшить объем программы, повысить ее читаемость и упростить процесс разработки.

В среде LEGO Mindstorms EV3 для организации повторяющихся действий применяется **блок цикла (Loop)**.

Структура циклического алгоритма

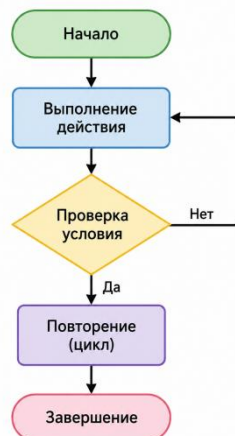


Рисунок 9.1 – Структура циклического алгоритма

Блок цикла поддерживает несколько режимов работы:

- выполнение заданное количество раз;
- выполнение по условию;
- выполнение по времени;
- бесконечное выполнение до принудительной остановки.

Использование циклов позволяет:

- повторять движение робота;
- организовывать постоянный опрос датчиков;
- выполнять непрерывное управление исполнительными механизмами;
- создавать автономные алгоритмы работы.

Блок цикла в среде LEGO Mindstorms EV3



Рисунок 9.2 – Блок цикла в среде LEGO Mindstorms EV3

Применение циклов является одним из основных принципов программирования робототехнических систем, поскольку большинство алгоритмов управления основано на многократном выполнении однотипных операций.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- испытательная площадка.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- проверить исправность робототехнической платформы;
- убедиться в правильности подключения исполнительных механизмов;
- запускать программу только после проверки алгоритма;
- контролировать движение робота во время выполнения циклических программ;
- остановить выполнение бесконечного цикла после завершения эксперимента.

Ход выполнения работы

Задание 1. Изучение блока цикла

1. Запустите среду программирования LEGO Mindstorms EV3.
2. Найдите блок **Loop** в палитре программных блоков.
3. Ознакомьтесь с режимами его работы.
4. Изучите параметры настройки цикла.

Настройка параметров блока цикла (Loop)

Для настройки параметров блока цикла нажмите на его верхнюю часть (иконка цикла).

Параметры блока Loop	
1	Режим цикла: Цикл с количеством повторений
2	Количество повторений: 10
3	Условие выхода: Неограниченно
4	Действие после выхода из цикла: Остановить выполнение программы

1 – Режим цикла: определяет способ повторения.
2 – Количество повторений: задаёт число повторов (активно для режима с количеством повторений).
3 – Условие выхода: задаёт условие завершения цикла.
4 – Действие после выхода: определяет, что делать после завершения цикла.

Рисунок 9.3 – Настройка параметров блока цикла

Задание 2. Создание программы повторяющегося движения

Создайте программу, обеспечивающую движение робототехнической платформы вперед с использованием цикла.

Настройте:

- скорость движения — **50 %**;
- продолжительность одного движения — **2 с**;
- количество повторений — **5**.

Запустите программу и оцените результат.

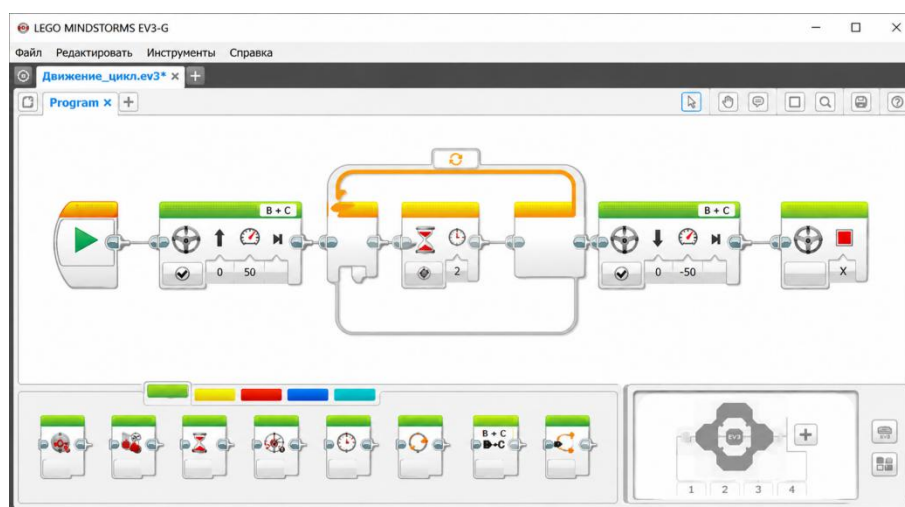


Рисунок 9.4 – Программа движения с использованием цикла

Задание 3. Исследование параметров цикла

Измените количество повторений и сравните продолжительность выполнения программы.

Таблица – Исследование влияния количества повторений

Количество повторений	Продолжительность выполнения (с)	Наблюдение
3		
5		
10		
20		

Сделайте вывод о влиянии количества повторений на продолжительность работы программы.

Задание 4. Создание бесконечного цикла

Разработайте программу с использованием бесконечного цикла.

В программу включите:

- движение вперед;
- ожидание 1 секунду;

- повторение действий.

Запустите программу.

После завершения эксперимента остановите выполнение программы вручную.

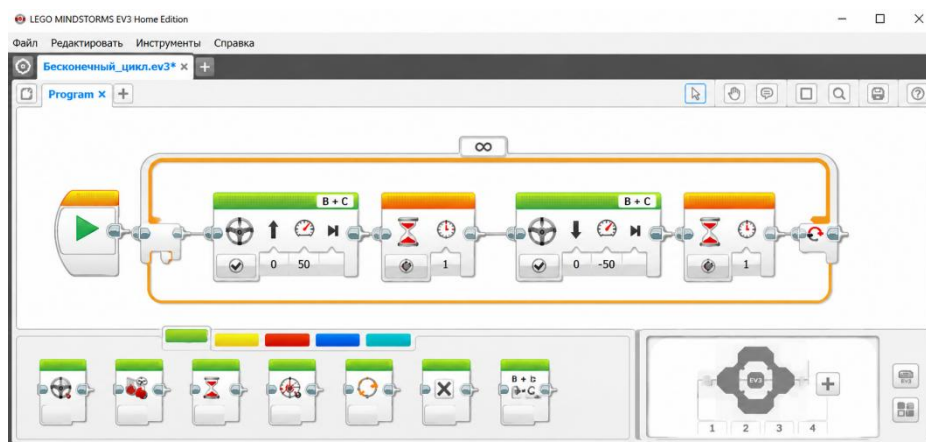


Рисунок 9.5 – Пример программы с бесконечным циклом

Задание 5. Исследование эффективности применения циклов

Создайте две программы:

- первая — без использования цикла;
- вторая — с использованием блока **Loop**.

Сравните:

- количество программных блоков;
- длину программы;
- удобство редактирования;
- время разработки.

Таблица – Сравнение программ

Параметр	Без цикла	С использованием цикла
Количество блоков		
Длина программы		
Удобство редактирования		
Наглядность		

Сделайте вывод о преимуществах использования циклических алгоритмов.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование повторяющихся процессов и закономерностей
Technology	Использование блока цикла в среде LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Разработка алгоритмов управления робототехнической платформой
Mathematics	Определение количества повторений и продолжительности выполнения программы

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой циклический алгоритм?
2. В каких случаях используются циклы?
3. Какие режимы работы поддерживает блок **Loop**?
4. Чем отличается цикл с фиксированным числом повторений от бесконечного цикла?
5. Какие преимущества дает использование циклов при разработке программ?
6. Почему циклы позволяют уменьшить объем программы?
7. В каких робототехнических задачах наиболее часто применяются циклы?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при выполнении программ с бесконечным циклом?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Изучение возможностей блока цикла и настройка его параметров	15
Разработка программы с использованием цикла и проверка ее работоспособности	30
Исследование влияния параметров цикла на выполнение программы	20
Выполнение сравнительного анализа программ с использованием и без использования цикла	25
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа № 10

Использование ветвления в программах LEGO Mindstorms EV3

Цель работы

Изучить принципы построения ветвящихся алгоритмов в среде программирования LEGO Mindstorms EV3, освоить использование блока **Switch** при разработке программ управления робототехнической платформой и приобрести практические навыки создания алгоритмов, работающих в зависимости от условий, поступающих от датчиков.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять назначение ветвящихся алгоритмов в робототехнических системах;
- различать линейные, циклические и ветвящиеся алгоритмы;

- использовать блок **Switch** в среде программирования LEGO Mindstorms EV3;
- создавать программы с условными операторами;
- применять датчики для принятия решений робототехнической системой;
- анализировать эффективность алгоритмов с использованием ветвления.

Теоретические сведения

Ветвящийся алгоритм представляет собой алгоритмическую конструкцию, в которой дальнейшее выполнение программы зависит от выполнения определенного условия. В отличие от линейного алгоритма, где команды выполняются последовательно, ветвление позволяет роботу принимать решения в процессе выполнения программы.

В робототехнических системах принятие решений осуществляется на основании информации, поступающей от различных датчиков: датчика касания, датчика цвета, ультразвукового и гироскопического датчиков.

При выполнении программы контроллер анализирует поступающие данные и выбирает одну из альтернативных последовательностей действий.

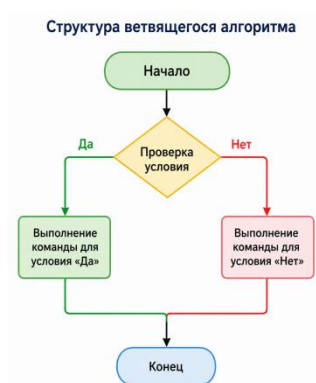


Рисунок 10.1 – Структура ветвящегося алгоритма

В среде LEGO Mindstorms EV3 для реализации условных алгоритмов используется программный блок **Switch**.

Блок **Switch** позволяет организовать выполнение различных действий в зависимости от:

- состояния датчика;
- значения измеряемого параметра;
- логического выражения;
- числового условия.

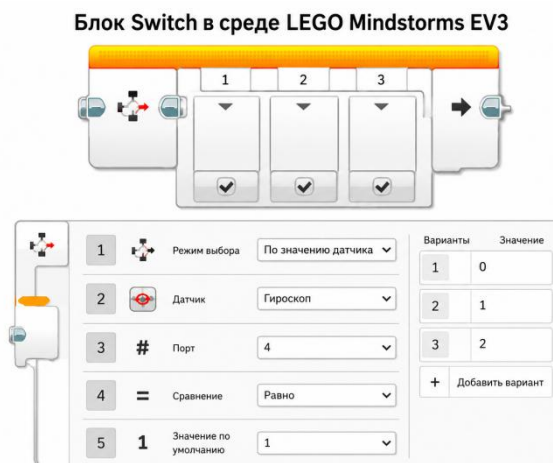


Рисунок 10.2 – Блок Switch в среде LEGO Mindstorms EV3

Использование ветвления значительно расширяет возможности программирования робототехнических систем и позволяет реализовать интеллектуальное поведение робота.

Наиболее распространенные области применения условных операторов:

- обнаружение препятствий;
- движение по линии;
- выбор направления движения;
- автоматическая остановка;
- выполнение различных действий в зависимости от сигналов датчиков.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- датчик касания или датчик цвета;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- испытательная площадка.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- проверить исправность робототехнической платформы;
- убедиться в правильности подключения датчиков;
- запускать программу только после проверки алгоритма;
- контролировать движение робота во время испытаний;
- после окончания работы отключить питание контроллера.

Ход выполнения работы

Задание 1. Изучение блока ветвления

1. Запустите среду программирования LEGO Mindstorms EV3.
2. Найдите программный блок **Switch**.

3. Изучите его параметры.
4. Определите возможные варианты настройки условий.

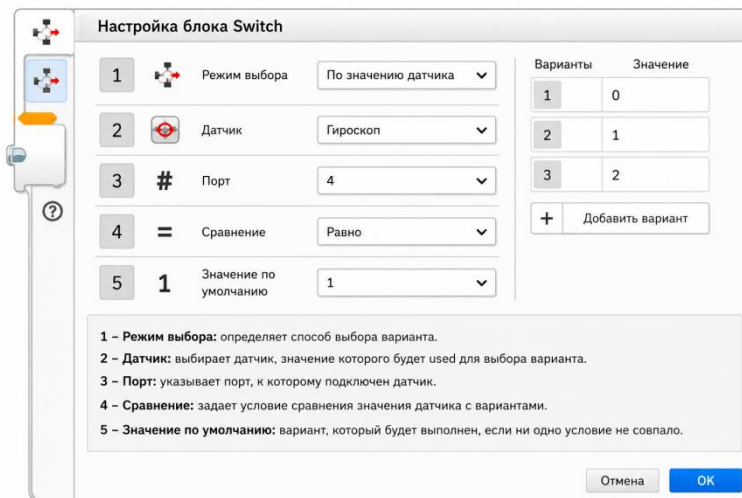


Рисунок 10.3 – Настройка блока Switch

Задание 2. Создание программы реагирования на препятствие

Создайте программу, в которой робот:

- движется вперед при отсутствии препятствия;
- останавливается после срабатывания датчика касания.

Используйте:

- блок движения;
- блок Switch;
- датчик касания.

После создания программы выполните тестирование.

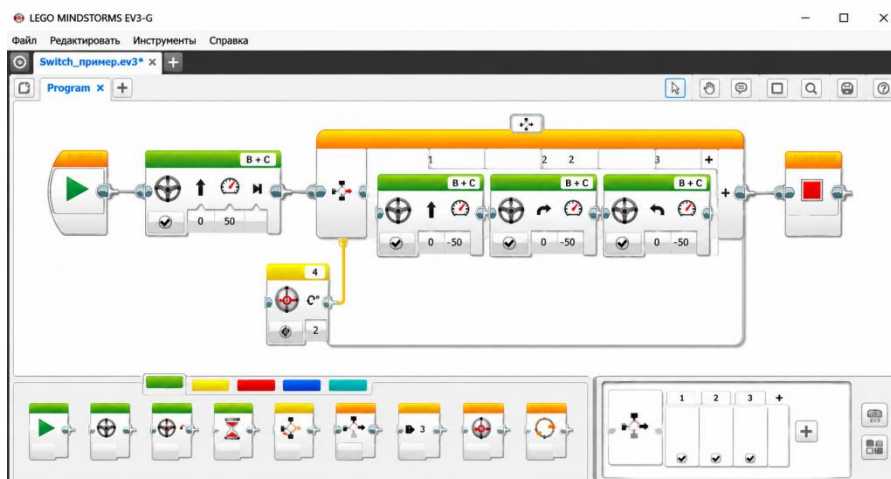


Рисунок 10.4 – Программа с использованием блока Switch

Задание 3. Исследование условий выполнения программы

Измените условия работы алгоритма.

Проверьте работу программы:

- при отсутствии препятствия;

- при срабатывании датчика касания;
- при использовании датчика цвета вместо датчика касания.

Таблица – Исследование работы программы

Условие	Поведение робототехнической платформы	Результат
Препятствие отсутствует		
Датчик касания активирован		
Используется датчик цвета		

Сделайте вывод о влиянии условий на выполнение программы.

Задание 4. Создание программы выбора действий

Разработайте программу, обеспечивающую выполнение различных действий.

Если датчик не активирован:

- робот движется вперед.

Если датчик активирован:

- робот останавливается;
- подает звуковой сигнал;
- выполняет движение назад;
- завершает программу.

Проведите тестирование программы.

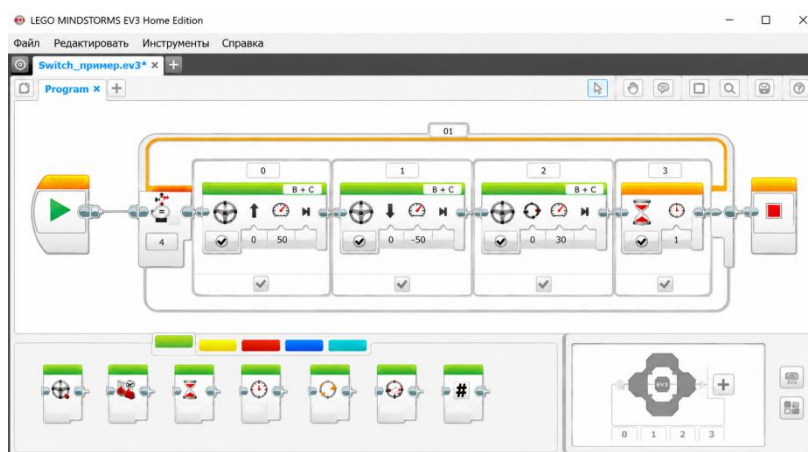


Рисунок 10.5 – Программа с несколькими вариантами действий

Задание 5. Анализ эффективности применения ветвления

Создайте две программы:

- линейную;
- с использованием блока **Switch**.

Сравните:

- количество программных блоков;
- функциональные возможности;
- гибкость алгоритма;

- удобство изменения программы.

Таблица – Сравнение алгоритмов

Характеристика	Линейный алгоритм	Ветвящийся алгоритм
Количество блоков		
Гибкость		
Возможность принятия решений		
Использование датчиков		

Сделайте вывод.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование процессов принятия решений роботом
Technology	Использование блока Switch и датчиков
Engineering	Разработка алгоритмов управления робототехнической системой
Mathematics	Использование логических условий и сравнений

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой ветвящийся алгоритм?
2. Чем линейный алгоритм отличается от ветвящегося?
3. Для чего используется блок **Switch**?
4. Какие условия могут использоваться при работе блока **Switch**?
5. Какие датчики наиболее часто применяются при реализации ветвления?
6. В каких робототехнических системах используются условные алгоритмы?
7. Какие преимущества дает применение ветвления?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при тестировании программ управления?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Изучение возможностей блока Switch и настройка параметров	15
Разработка программы с использованием ветвления и проверка ее работоспособности	30
Исследование различных условий выполнения программы	20
Сравнительный анализ линейного и ветвящегося алгоритмов	25
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа № 11

Создание программы движения робота по линии

Цель работы

Изучить принципы программирования движения робототехнической платформы по линии с использованием датчика цвета LEGO Mindstorms EV3, освоить алгоритмы корректировки траектории движения и приобрести практические навыки разработки автономных программ управления.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять принцип работы алгоритма движения по линии;
- использовать датчик цвета для управления движением робототехнической платформы;
- разрабатывать программу следования по линии в среде LEGO Mindstorms EV3;
- настраивать параметры движения робота для повышения точности;
- анализировать влияние скорости движения и параметров датчика на качество следования по линии;
- оценивать эффективность различных алгоритмов управления.

Теоретические сведения

Одной из наиболее распространенных задач образовательной робототехники является движение робота по заданной траектории. Наиболее простым вариантом автономной навигации является движение вдоль контрастной линии.

Принцип работы алгоритма основан на использовании датчика цвета, который измеряет интенсивность отраженного света от поверхности.

Если датчик находится над белой поверхностью, отражается больше света, если над черной — меньше. Контроллер анализирует показания датчика и изменяет скорость вращения двигателей, обеспечивая корректировку траектории движения.



Рисунок 11.1 – Принцип движения робота по линии

В простейшем алгоритме используется пороговое значение отраженного света.

Если отраженная освещенность выше установленного значения — робот корректирует движение в одну сторону.

Если ниже — в противоположную сторону.

Алгоритм следования по линии

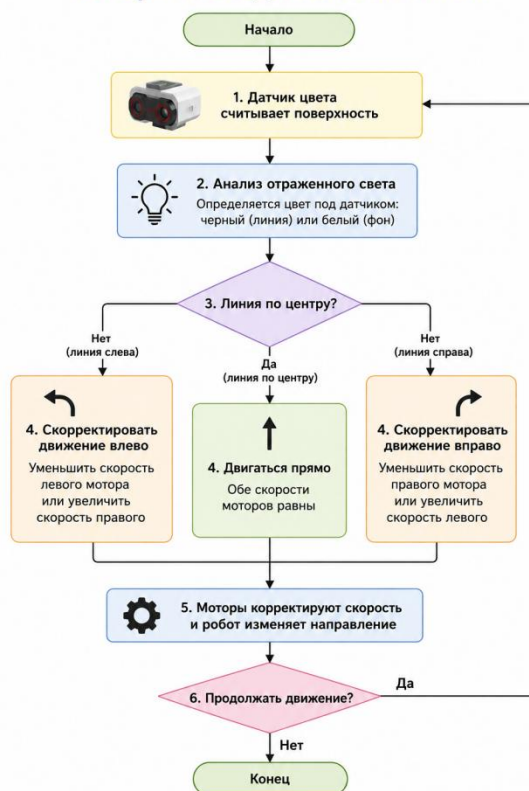


Рисунок 11.2 – Алгоритм следования по линии

Для реализации алгоритма используются следующие программные блоки:

- движение;
- цикл (Loop);
- ветвление (Switch);
- датчик цвета.

От правильной настройки скорости движения и порогового значения датчика зависит устойчивость движения робототехнической платформы.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- мобильная робототехническая платформа;
- датчик цвета EV3;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- испытательное поле с черной линией.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- проверить правильность подключения датчика цвета;
- убедиться в исправности двигателей;
- разместить испытательное поле на ровной поверхности;

- не препятствовать движению робототехнической платформы во время испытаний;
- после завершения работы отключить питание контроллера.

Ход выполнения работы

Задание 1. Подготовка робототехнической платформы

1. Подключите датчик цвета к интеллектуальному блоку EV3.
2. Разместите датчик на расстоянии 1–2 см от поверхности.
3. Подготовьте испытательное поле с черной линией.
4. Проверьте показания датчика в режиме просмотра данных.



Рисунок 11.3 – Расположение датчика цвета

Задание 2. Создание программы движения по линии

Создайте программу, включающую:

- блок запуска;
- блок движения;
- блок цикла (**Loop**);
- блок ветвления (**Switch**);
- датчик цвета.

Настройте программу таким образом, чтобы:

- при обнаружении белой поверхности робот двигался прямо;
- при обнаружении черной линии изменял скорость одного из двигателей для возврата на траекторию.

Выполните тестирование программы.

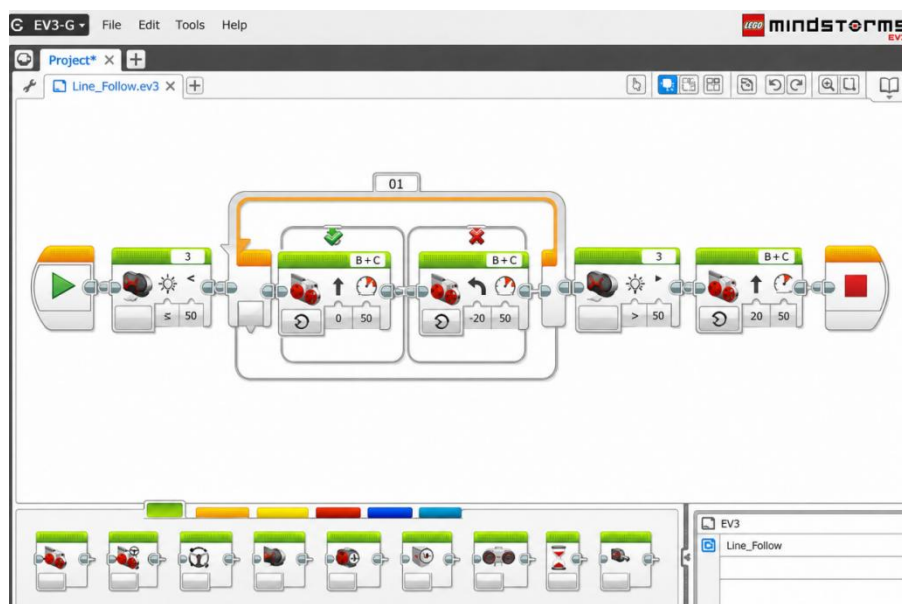


Рисунок 11.4 – Программа движения по линии

Задание 3. Исследование влияния скорости движения

Измените скорость движения робототехнической платформы.

Таблица – Исследование влияния скорости движения

Скорость (%)	Устойчивость движения	Количество отклонений
25		
50		
75		
100		

Определите скорость, при которой робот наиболее устойчиво следует по линии.

Задание 4. Исследование влияния параметров линии

Проведите испытания при различных характеристиках линии.

Таблица – Исследование параметров линии

Ширина линии	Точность движения	Наблюдение
10 мм		
20 мм		
30 мм		

Сделайте вывод о влиянии ширины линии на качество движения робототехнической платформы.

Задание 5. Оптимизация алгоритма

Измените:

- скорость движения;
- порог отраженного света;
- параметры коррекции движения.

Проведите повторное тестирование программы и определите оптимальные настройки.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование отражательной способности различных поверхностей
Technology	Использование датчика цвета LEGO Mindstorms EV3
Engineering	Разработка алгоритма автономного движения по линии
Mathematics	Анализ скорости движения, точности следования и обработка экспериментальных данных

Контрольные вопросы

1. Как реализуется алгоритм движения по линии?
2. Какую функцию выполняет датчик цвета?
3. Что такое пороговое значение отраженного света?
4. Почему робот отклоняется от линии при увеличении скорости?
5. Какие параметры можно изменять для повышения устойчивости движения?
6. Какие программные блоки используются при реализации алгоритма?
7. Где применяются алгоритмы следования по линии?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при испытании робототехнической платформы?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Подготовка робототехнической платформы и настройка датчика цвета	15
Разработка и тестирование программы движения по линии	30
Исследование влияния скорости и характеристик линии на качество движения	25
Оптимизация алгоритма управления и анализ полученных результатов	20
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа № 12

Создание автономной робототехнической системы LEGO Mindstorms EV3

Цель работы

Изучить принципы построения автономных робототехнических систем на базе LEGO Mindstorms EV3, освоить методы интеграции датчиков и исполнительных механизмов в единую систему управления, а также

приобрести практические навыки разработки комплексных алгоритмов автономного поведения робота.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- объяснять принципы функционирования автономных робототехнических систем;
- интегрировать различные датчики LEGO Mindstorms EV3 в единую систему управления;
- разрабатывать комплексные программы автономного движения робота;
- применять циклы, ветвления и обработку сигналов датчиков при программировании;
- анализировать работу автономной робототехнической платформы;
- оценивать эффективность алгоритмов управления и предлагать способы их оптимизации.

Теоретические сведения

Автономная робототехническая система представляет собой техническое устройство, способное выполнять поставленные задачи без непосредственного участия оператора на основе информации, поступающей от датчиков.

Основными элементами автономной робототехнической системы являются:

- интеллектуальный блок управления;
- исполнительные механизмы;
- датчики;
- программное обеспечение;
- источник питания.

Во время работы робот выполняет последовательность действий:

1. получает информацию от датчиков;
2. анализирует полученные данные;
3. принимает решение;
4. формирует управляющие сигналы;
5. выполняет необходимые действия.

Структура автономной робототехнической системы

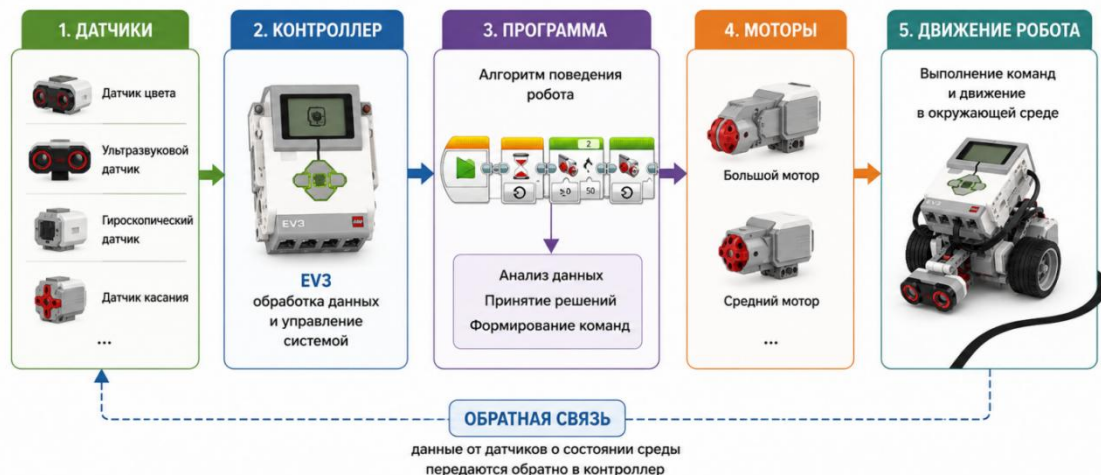


Рисунок 12.1 – Структура автономной робототехнической системы

Для повышения надежности работы робототехнических систем обычно используется несколько датчиков одновременно.

В данной работе используются:

- датчик цвета;
- ультразвуковой датчик;
- датчик касания.

Совместная работа нескольких датчиков позволяет реализовать:

- движение по линии;
- обнаружение препятствий;
- автоматическую остановку;
- изменение направления движения;
- выбор различных вариантов поведения робота.

Взаимодействие датчиков в автономной системе

Датчики собирают данные об окружающей среде и передают их в интеллектуальный блок EV3 для обработки и принятия решений.

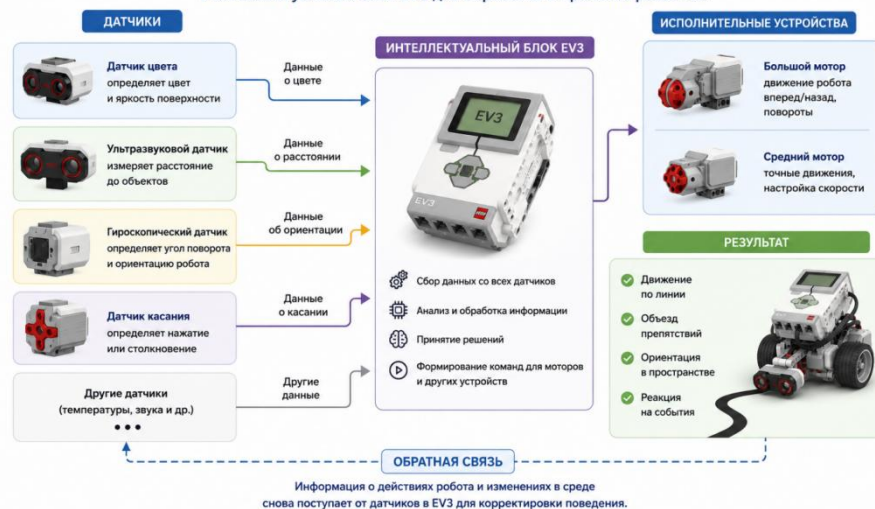


Рисунок 12.2 – Взаимодействие датчиков в автономной системе

Алгоритмы автономного управления, как правило, строятся с использованием трех основных конструкций программирования:

- последовательности;
- ветвления;
- цикла.

Именно их совместное использование позволяет создавать интеллектуальные робототехнические системы.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- интеллектуальный блок EV3;
- датчик цвета;
- ультразвуковой датчик;
- датчик касания;
- мобильная робототехническая платформа;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- испытательный полигон.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- проверить надежность крепления всех датчиков;
- убедиться в правильности подключения исполнительных механизмов;
- проверить исправность соединительных кабелей;
- запускать программу только после проверки алгоритма;
- не создавать препятствий движущемуся роботу во время выполнения программы;
- отключить питание контроллера после завершения работы.

Ход выполнения работы

Задание 1. Подготовка автономной робототехнической системы

1. Соберите мобильную робототехническую платформу.
2. Подключите датчик цвета.
3. Подключите ультразвуковой датчик.
4. Подключите датчик касания.
5. Проверьте корректность подключения оборудования.



Рисунок 12.3 – Подключение датчиков к интеллектуальному блоку EV3

Задание 2. Разработка программы автономного движения

Создайте программу, обеспечивающую:

- движение по линии;
- обнаружение препятствия;
- остановку при препятствии;
- изменение направления движения;
- продолжение движения после объезда препятствия.

Используйте:

- блок движения;
- цикл (**Loop**);
- блок **Switch**;
- блоки работы с датчиками.

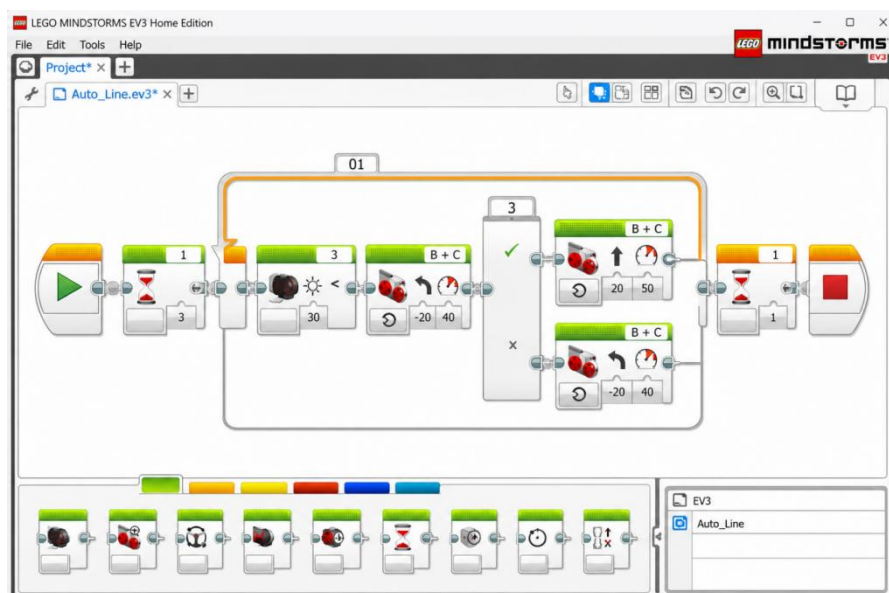


Рисунок 12.4 – Программа автономного управления

Задание 3. Исследование поведения робототехнической системы

Проведите испытания при различных условиях.

Измените:

- расположение препятствий;
- форму маршрута;
- положение линии.

Таблица – Исследование поведения автономной системы

Условие испытания	Поведение робототехнической платформы	Результат
Движение по линии		
Обнаружение препятствия		
Изменение направления		
Возврат на маршрут		

Проанализируйте результаты.

Задание 4. Исследование влияния параметров движения

Измените скорость движения робототехнической платформы.

Таблица – Исследование влияния скорости

Скорость (%)	Устойчивость движения	Точность выполнения алгоритма
25		
50		
75		
100		

Определите оптимальную скорость движения автономной системы.

Задание 5. Оптимизация алгоритма управления

Проанализируйте работу программы.

Измените:

- скорость движения;
- параметры датчиков;
- условия срабатывания алгоритма;
- последовательность действий.

Проведите повторное тестирование и оцените эффективность внесенных изменений.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование взаимодействия датчиков и окружающей среды
Technology	Использование интеллектуального блока EV3 и нескольких датчиков
Engineering	Проектирование автономной робототехнической системы
Mathematics	Анализ параметров движения, времени выполнения и точности работы алгоритма

Контрольные вопросы

1. Что понимается под автономной робототехнической системой?
2. Какие функции выполняют датчики в автономном управлении?
3. Почему для автономного движения используются несколько датчиков одновременно?
4. Какие алгоритмические конструкции применяются при разработке автономных программ?
5. Какие преимущества дает использование нескольких датчиков?
6. Какие факторы влияют на устойчивость автономного движения?
7. В каких областях применяются автономные робототехнические системы?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при испытании автономных роботов?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Подготовка робототехнической платформы и подключение датчиков	15
Разработка комплексной программы автономного управления	30
Исследование поведения робототехнической системы при различных условиях	25
Оптимизация алгоритма управления и анализ эффективности изменений	20
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа № 13

Проектирование и создание робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3

Цель работы

Освоить этапы проектирования робототехнической системы LEGO Mindstorms EV3, приобрести практические навыки разработки, сборки, программирования и тестирования робототехнического проекта, а также сформировать умения комплексного решения инженерных задач.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- определять цель и задачи робототехнического проекта;
- разрабатывать конструкцию робототехнической системы с учетом поставленной задачи;
- выбирать необходимые датчики и исполнительные механизмы;
- создавать программу управления роботом с использованием различных алгоритмических конструкций;
- выполнять тестирование и оптимизацию робототехнической системы;
- анализировать эффективность разработанного проекта и предлагать пути его совершенствования.

Теоретические сведения

Проектирование робототехнической системы представляет собой последовательный процесс разработки технического решения, включающий анализ поставленной задачи, создание конструкции, программирование, тестирование и оценку эффективности работы.

Проектная деятельность является одним из наиболее эффективных методов формирования инженерного мышления и практических навыков разработки интеллектуальных технических систем.

Полный жизненный цикл робототехнического проекта включает следующие этапы:

1. постановка задачи;
2. разработка конструкции;
3. выбор оборудования;
4. создание алгоритма управления;
5. программирование;
6. тестирование;
7. оптимизация конструкции и программы;
8. оценка эффективности проекта.

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

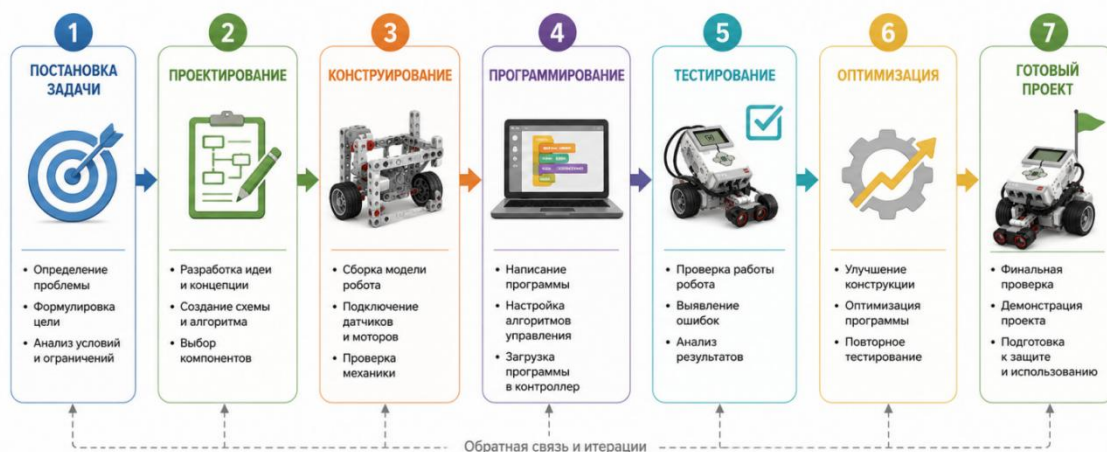


Рисунок 13.1 – Этапы разработки робототехнического проекта

При проектировании необходимо учитывать:

- назначение робототехнической системы;
- конструктивные особенности модели;
- расположение датчиков;
- устойчивость конструкции;
- особенности алгоритма управления;
- энергопотребление системы.

При разработке программы могут использоваться:

- линейные алгоритмы;
- циклы;
- ветвления;
- работа с датчиками;
- управление исполнительными механизмами.

СТРУКТУРА РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА LEGO MINDSTORMS EV3

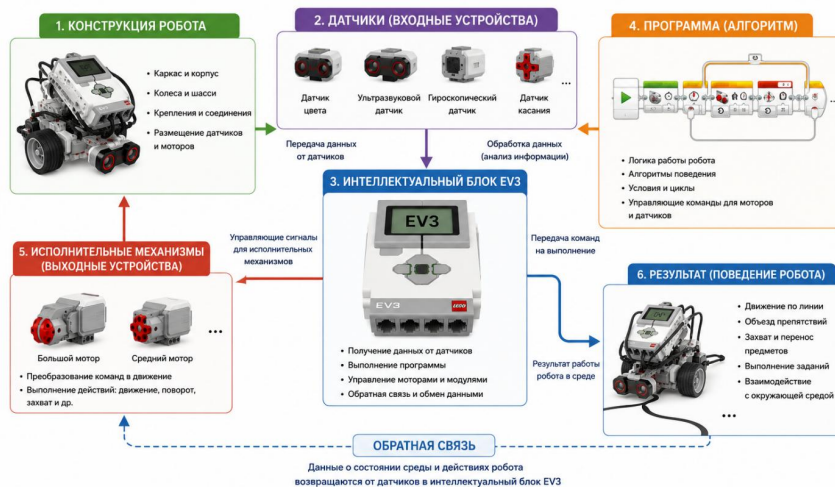


Рисунок 13.2 – Структура робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3

Основными критериями качества робототехнического проекта являются:

- работоспособность;
- надежность конструкции;
- корректность алгоритма;
- эффективность выполнения поставленной задачи;
- возможность дальнейшей модернизации.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- интеллектуальный блок EV3;
- сервомоторы;
- датчики (цвета, касания, ультразвуковой, гироскопический — по необходимости);
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- испытательный полигон.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- проверить исправность всех элементов робототехнической платформы;
- соблюдать правильную последовательность подключения оборудования;
- обеспечить надежное крепление конструктивных элементов;
- проводить испытания только на подготовленной площадке;
- отключить питание контроллера после завершения работы.

Ход выполнения работы

Задание 1. Постановка задачи проекта

Определите назначение разрабатываемой робототехнической системы.

Сформулируйте:

- цель проекта;
- задачи проекта;
- ожидаемый результат;
- критерии успешного выполнения.

Таблица – Паспорт робототехнического проекта

Параметр	Описание
Название проекта	
Цель проекта	
Назначение	
Основная функция	
Используемые датчики	
Исполнительные механизмы	

Задание 2. Разработка конструкции

Соберите робототехническую платформу.

Проверьте:

- прочность конструкции;
- правильность установки моторов;
- расположение датчиков;
- устойчивость модели.

Конструкция робототехнической платформы



Рисунок 13.3 – Конструкция робототехнической платформы

Задание 3. Разработка программы управления

Создайте программу управления робототехнической системой.

Используйте:

- блоки движения;
- циклы;
- ветвления;
- программные блоки работы с датчиками.

Обеспечьте выполнение поставленной задачи.

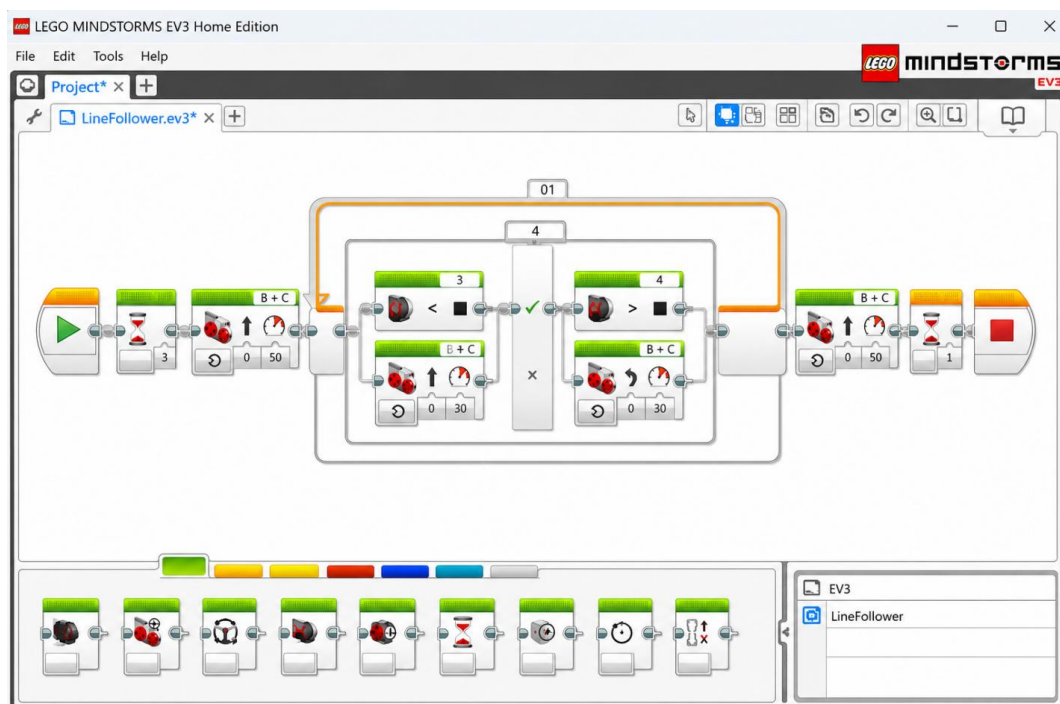


Рисунок 13.4 – Программа управления робототехнической системой

Задание 4. Тестирование робототехнической системы

Проведите серию испытаний.

Определите:

- работоспособность конструкции;
- корректность выполнения алгоритма;
- устойчивость движения;
- точность выполнения задания.

Таблица – Результаты тестирования

Испытание	Результат	Замечания
Запуск программы		
Выполнение задания		
Работа датчиков		
Работа двигателей		

Задание 5. Оптимизация проекта

На основании результатов тестирования:

- устраните выявленные недостатки;
- скорректируйте параметры программы;
- измените конструкцию при необходимости;
- проведите повторное тестирование.

Сравните результаты до и после оптимизации.

Таблица – Оценка эффективности проекта

Показатель	До оптимизации	После оптимизации
Точность выполнения		
Скорость выполнения		
Надежность работы		
Устойчивость конструкции		

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование физических принципов работы робототехнической системы
Technology	Использование программной среды LEGO Mindstorms EV3 и цифровых датчиков
Engineering	Проектирование, сборка и модернизация робототехнической платформы
Mathematics	Анализ результатов испытаний, оценка эффективности и сравнение параметров проекта

Контрольные вопросы

1. Какие этапы включает разработка робототехнического проекта?
2. Почему важно правильно формулировать цель проекта?
3. Какие факторы влияют на надежность конструкции?
4. Для чего проводится тестирование робототехнической системы?
5. Что понимается под оптимизацией проекта?
6. Какие способы повышения эффективности робототехнической системы существуют?
7. Какие алгоритмы наиболее часто используются при разработке робототехнических проектов?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при испытании робототехнических систем?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Разработка паспорта проекта и постановка задачи	15
Проектирование и сборка робототехнической системы	25
Разработка и тестирование программы управления	30
Анализ результатов испытаний и оптимизация проекта	20
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

Практическая работа № 14

Подготовка и защита робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3

Цель работы

Приобрести практические навыки подготовки, представления и защиты робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3, освоить методы анализа результатов проектной деятельности и сформировать умения публичной презентации инженерных решений.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- представлять результаты разработки робототехнического проекта в структурированной форме;
- анализировать эффективность разработанной робототехнической системы;
- готовить презентационные материалы по проекту;
- демонстрировать работу робототехнической модели;
- аргументированно отвечать на вопросы по конструкции и алгоритму управления;
- оценивать достоинства и недостатки собственного проекта и предлагать пути его совершенствования.

Теоретические сведения

Заключительным этапом разработки робототехнической системы является представление результатов выполненного проекта. Подготовка проекта к защите позволяет оценить не только техническую реализацию, но и способность разработчика аргументированно представить принятое инженерное решение.

Защита проекта включает демонстрацию:

- конструкции робототехнической системы;
- принципов работы датчиков и исполнительных механизмов;
- алгоритма управления;
- результатов испытаний;
- эффективности разработанного решения.

ЭТАПЫ ПОДГОТОВКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА К ЗАЩИТЕ



Рисунок 14.1 – Этапы подготовки робототехнического проекта к защите

Подготовка презентации предполагает систематизацию результатов проектной деятельности и их представление в логической последовательности.

Рекомендуемая структура презентации:

1. название проекта;
2. цель и задачи;
3. описание конструкции;
4. используемое оборудование;
5. алгоритм работы;
6. результаты испытаний;
7. преимущества разработанной системы;
8. направления дальнейшего совершенствования.



Рисунок 14.2 – Структура презентации робототехнического проекта

Во время защиты оцениваются:

- качество конструкции;
- работоспособность модели;
- корректность алгоритма;
- уровень владения материалом;
- качество презентации;
- аргументированность ответов на вопросы.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- готовая робототехническая система LEGO Mindstorms EV3;
- персональный компьютер или ноутбук;

- среда программирования LEGO Mindstorms EV3;
- мультимедийный проектор;
- презентация проекта;
- испытательный полигон.

Требования безопасности

При подготовке и защите проекта необходимо:

- проверить исправность робототехнической платформы;
- убедиться в надежности крепления всех элементов конструкции;
- проверить уровень заряда аккумулятора;
- выполнять демонстрацию только на подготовленной площадке;
- соблюдать правила эксплуатации робототехнического оборудования.

Ход выполнения работы

Задание 1. Подготовка робототехнического проекта

Подготовьте материалы проекта.

Определите:

- цель проекта;
- назначение робототехнической системы;
- используемые датчики;
- основные алгоритмы управления;
- результаты испытаний.

Таблица – Паспорт проекта

Раздел	Содержание
Название проекта	
Цель проекта	
Основная задача	
Используемые датчики	
Основные алгоритмы	
Практическое применение	

Задание 2. Подготовка презентации

Разработайте презентацию проекта.

В презентацию включите:

- титульный слайд;
- описание конструкции;
- фотографии модели;
- схему подключения датчиков;
- блок-схему алгоритма;
- фрагменты программы EV3;
- результаты тестирования;
- выводы.



Рисунок 14.3 – Пример презентации робототехнического проекта

Задание 3. Демонстрация робототехнической системы

Проведите демонстрацию разработанной модели.

Покажите:

- запуск программы;
- выполнение основных функций;
- работу датчиков;
- выполнение алгоритма;
- завершение работы системы.

Во время демонстрации прокомментируйте работу программы и назначение каждого элемента конструкции.



Рисунок 14.4 – Демонстрация робототехнической системы

Задание 4. Анализ результатов проекта

Оцените результаты испытаний.

Заполните таблицу.

Таблица – Анализ эффективности проекта

Критерий	Оценка	Комментарий
Работоспособность конструкции		
Корректность программы		
Работа датчиков		
Точность выполнения задания		
Надежность работы		

Определите сильные и слабые стороны разработанной робототехнической системы.

Задание 5. Самооценка проекта

Проведите самооценку выполненной работы.

Определите:

- наиболее удачные решения;
- выявленные недостатки;

- способы совершенствования конструкции;
- возможности дальнейшего развития проекта.

Таблица – Самооценка проекта

Показатель	Анализ
Достоинства проекта	
Недостатки проекта	
Предложения по совершенствованию	
Перспективы развития	

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Анализ результатов экспериментальных исследований
Technology	Использование робототехнической платформы и программной среды EV3
Engineering	Оценка эффективности инженерных решений и конструкции
Mathematics	Анализ результатов испытаний и оценка показателей эффективности проекта

Контрольные вопросы

1. Какие этапы включает подготовка робототехнического проекта к защите?
2. Какие разделы должна содержать презентация проекта?
3. Какие критерии используются при оценке робототехнической системы?
4. Почему важно проводить анализ результатов испытаний?
5. Какие способы совершенствования проекта можно предложить?
6. Какие требования предъявляются к публичной защите инженерного проекта?
7. В чем заключается значение самооценки результатов проектной деятельности?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при демонстрации робототехнической системы?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Подготовка робототехнического проекта и презентационных материалов	20
Качество демонстрации робототехнической системы и корректность работы модели	30
Анализ результатов испытаний и самооценка проекта	20
Защита проекта, ответы на вопросы и аргументация принятых решений	20
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и качество презентации	10
Итого	100

Практическая работа № 15

Итоговый анализ и оценка эффективности робототехнического проекта LEGO Mindstorms EV3

Цель работы

Освоить методы анализа и оценки эффективности робототехнических систем LEGO Mindstorms EV3, приобрести навыки выявления недостатков конструкции и алгоритмов управления, а также сформировать умения по оптимизации робототехнического проекта на основе результатов экспериментальных исследований.

Ожидаемые результаты выполнения практической работы

После выполнения практической работы обучающийся будет способен:

- проводить комплексный анализ эффективности робототехнической системы;
- оценивать качество конструкции, алгоритма управления и работы датчиков;
- выявлять причины возникновения ошибок при функционировании робототехнической платформы;
- разрабатывать рекомендации по совершенствованию конструкции и программного обеспечения;
- проводить сравнительный анализ результатов испытаний до и после оптимизации;
- обосновывать эффективность предложенных технических решений.

Теоретические сведения

Разработка робототехнической системы завершается анализом результатов испытаний и оценкой эффективности выполненного проекта. Итоговая оценка позволяет определить соответствие полученных результатов поставленным целям и выявить направления дальнейшего совершенствования робототехнической платформы.

Комплексная оценка робототехнической системы включает анализ следующих характеристик:

- надежность конструкции;
- корректность алгоритма управления;
- точность работы датчиков;
- устойчивость движения;
- скорость выполнения задания;
- энергопотребление;
- качество выполнения поставленной задачи.



Рисунок 15.1 – Основные критерии оценки робототехнического проекта

Во время анализа результатов особое внимание уделяется причинам возникновения ошибок и способам их устранения.

Основными источниками ошибок могут быть:

- недостатки конструкции;
- ошибки алгоритма;
- некорректная настройка датчиков;
- нестабильная работа исполнительных механизмов;
- внешние условия эксплуатации.

После выявления недостатков проводится оптимизация робототехнической системы, включающая изменение конструкции, корректировку программного кода и повторное тестирование.



Рисунок 15.2 – Последовательность анализа и оптимизации проекта

Итоговая оценка позволяет определить степень достижения поставленных целей и эффективность выполненного инженерного проекта.

Оборудование и программное обеспечение

Для выполнения практической работы используются:

- робототехнический набор LEGO Mindstorms EV3;
- интеллектуальный блок EV3;
- готовая робототехническая платформа;
- установленные датчики;
- персональный компьютер или ноутбук;
- программная среда LEGO Mindstorms EV3;
- испытательный полигон;
- результаты предыдущих испытаний и наблюдений.

Требования безопасности

При выполнении практической работы необходимо:

- проверить исправность робототехнической платформы;
- убедиться в надежности крепления всех конструктивных элементов;
- выполнять испытания только на специально подготовленной площадке;
- контролировать движение робота во время выполнения программы;
- отключить питание оборудования после завершения работы.

Ход выполнения работы

Задание 1. Анализ работы робототехнической системы

Проведите серию испытаний робототехнической платформы.

Оцените:

- устойчивость движения;
- точность выполнения программы;
- корректность работы датчиков;
- качество выполнения поставленной задачи.

Таблица – Результаты испытаний

Параметр	Результат	Комментарий
Устойчивость движения		
Точность выполнения задания		
Работа датчиков		
Работа исполнительных механизмов		
Надежность конструкции		

Задание 2. Выявление недостатков проекта

Проанализируйте результаты испытаний.

Определите возможные причины возникновения ошибок.

Таблица – Анализ выявленных недостатков

Выявленная проблема	Возможная причина	Предлагаемое решение

Сформулируйте предложения по совершенствованию робототехнической системы.

Задание 3. Оптимизация конструкции и программы

Внесите изменения в проект:

- скорректируйте параметры движения;
- измените настройки датчиков;
- оптимизируйте алгоритм управления;
- при необходимости модернизируйте конструкцию.

Проведите повторные испытания.



Рисунок 15.3 – Оптимизация робототехнической системы

Задание 4. Сравнительный анализ результатов

Сравните показатели работы робототехнической системы до и после оптимизации.

Таблица– Сравнение результатов

Показатель	До оптимизации	После оптимизации
Точность выполнения		
Скорость выполнения		
Устойчивость движения		
Работа датчиков		
Общая эффективность		

Оцените эффективность выполненной модернизации.

Задание 5. Итоговая оценка проекта

Подготовьте итоговое заключение по проекту.

В заключении отразите:

- достигнутые результаты;
- эффективность разработанной системы;
- достоинства проекта;
- ограничения проекта;
- перспективы дальнейшего совершенствования.

STEM-компонент

Компонент	Практическая реализация
Science	Исследование характеристик робототехнической системы в различных условиях эксплуатации
Technology	Использование программной среды LEGO Mindstorms EV3 и цифровых датчиков
Engineering	Анализ конструкции, выявление недостатков и модернизация робототехнической платформы
Mathematics	Обработка результатов испытаний, сравнительный анализ и оценка эффективности проекта

Контрольные вопросы

1. Какие критерии используются при оценке эффективности робототехнической системы?
2. Почему необходимо проводить повторные испытания после оптимизации?
3. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на надежность робототехнической платформы?
4. Какие способы повышения точности выполнения алгоритма существуют?

5. Какие методы используются для анализа эффективности инженерных решений?
6. Почему важно документировать результаты испытаний?
7. Какие направления дальнейшего развития робототехнического проекта можно предложить?
8. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при проведении испытаний робототехнической системы?

Критерии оценивания

Критерий оценивания	Максимальный балл
Проведение комплексного анализа работы робототехнической системы	20
Выявление недостатков проекта и обоснование причин их возникновения	20
Выполнение оптимизации конструкции и алгоритма управления	25
Сравнительный анализ результатов до и после модернизации и подготовка итогового заключения	25
Соблюдение требований техники безопасности, оформление отчета и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	100

5.1 Организация учебного занятия по робототехнике

Эффективность обучения робототехнике во многом зависит от правильной организации учебного занятия. При планировании работы преподавателю необходимо учитывать возрастные особенности обучающихся, уровень их подготовки, материально-технические возможности образовательной организации и цели конкретного занятия.

Учебное занятие по робототехнике должно сочетать теоретическую подготовку и практическую деятельность. Основное время рекомендуется отводить выполнению практических заданий, поскольку именно в процессе конструирования, программирования и тестирования моделей происходит формирование необходимых знаний и умений.

Структура современного занятия по робототехнике представлена на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 – Структура современного занятия по робототехнике

На этапе мотивации преподаватель создаёт условия для формирования интереса к предстоящей деятельности. Для этого могут использоваться демонстрация готовых моделей, проблемные вопросы, видеоматериалы или практические ситуации, связанные с использованием робототехнических систем.

После мотивации осуществляется постановка учебной задачи. Обучающиеся должны понимать цель занятия, ожидаемый результат и критерии успешного выполнения задания.

Основная часть занятия включает практическую деятельность обучающихся. В зависимости от темы урока она может предусматривать сборку робототехнической модели, разработку программы управления, проведение экспериментов или выполнение практических заданий.

В процессе конструирования и программирования преподаватель выполняет функции консультанта и организатора деятельности. Важно создавать условия для самостоятельного поиска решений и не подменять деятельность обучающихся выполнением задания за них.

После завершения практической работы проводится тестирование созданных моделей. На данном этапе обучающиеся проверяют работоспособность робота, анализируют результаты и при необходимости вносят изменения в конструкцию или программу.

Основные этапы учебного занятия представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Этапы учебного занятия по робототехнике

Этап занятия	Основное содержание деятельности
Мотивация	Создание интереса к теме занятия
Постановка задачи	Определение цели и ожидаемого результата
Конструирование	Создание робототехнической модели
Программирование	Разработка алгоритма управления
Тестирование	Проверка работоспособности модели
Рефлексия	Анализ результатов деятельности

Завершающим этапом занятия является рефлексия. Обучающиеся обсуждают результаты своей работы, анализируют возникшие трудности и оценивают степень достижения поставленной цели. Рефлексия способствует развитию навыков самооценки и осознанного отношения к учебной деятельности.

При организации занятий рекомендуется придерживаться принципа постепенного усложнения заданий. Каждое новое задание должно опираться на ранее сформированные знания и умения, обеспечивая последовательное развитие компетенций обучающихся.

Особое внимание следует уделять созданию благоприятной образовательной среды. Преподавателю необходимо поддерживать инициативу обучающихся, поощрять творческий подход к решению задач и создавать условия для сотрудничества и взаимопомощи.

Эффективное занятие по робототехнике характеризуется высокой практической направленностью, активным участием обучающихся и ориентацией на достижение конкретного результата. Такой подход способствует формированию устойчивого интереса к техническому творчеству и повышает качество обучения.

Таким образом, организация учебного занятия по робототехнике должна обеспечивать сочетание теоретической подготовки и практической деятельности, способствовать развитию самостоятельности обучающихся и создавать условия для успешного освоения содержания курса.

5.2 Техника безопасности при организации занятий по робототехнике

Соблюдение требований техники безопасности является обязательным условием организации занятий по образовательной робототехнике. Ответственность за создание безопасных условий обучения несёт преподаватель, который должен обеспечить проведение инструктажа, контролировать соблюдение установленных правил и предупреждать возможные риски во время практической работы.

Перед началом занятий преподавателю необходимо ознакомить обучающихся с правилами безопасного обращения с робототехническими наборами, электрическим оборудованием и компьютерной техникой. Инструктаж рекомендуется проводить при первом знакомстве с оборудованием, а также перед выполнением новых видов практических работ.

Основные этапы организации безопасной работы представлены на рисунке 5.2.



Рисунок 5.2 – Организация безопасного рабочего места на занятии по робототехнике

Особое внимание следует уделять подготовке рабочего места. До начала занятия преподаватель проверяет исправность оборудования, комплектность робототехнических наборов, состояние соединительных кабелей и наличие необходимых материалов. Рабочие места должны быть организованы таким образом, чтобы обеспечивать свободный доступ к оборудованию и безопасное выполнение практических заданий.

Во время практической работы обучающиеся должны соблюдать порядок на рабочем месте, аккуратно обращаться с деталями конструктора, не допускать резких механических воздействий на оборудование и выполнять действия только в соответствии с инструкцией преподавателя.

Основные правила безопасной работы представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Основные правила техники безопасности при работе с робототехническими наборами

Этап работы	Требования безопасности
Перед началом занятия	Проверить комплектность оборудования, подготовить рабочее место, пройти инструктаж
Во время работы	Аккуратно обращаться с деталями, соблюдать порядок на рабочем месте, выполнять указания преподавателя
При работе с компьютером	Соблюдать правила безопасной работы с компьютерной техникой, не изменять настройки оборудования без разрешения преподавателя
После завершения работы	Отключить оборудование, разобрать или привести модель в порядок (при необходимости), разложить детали по местам, привести рабочее место в порядок

При использовании робототехнических наборов запрещается:

- подключать или отключать оборудование влажными руками;
- применять неисправные кабели и разъёмы;
- самостоятельно разбирать электронные компоненты робототехнического набора;
- использовать оборудование не по назначению;
- оставлять включённое оборудование без контроля преподавателя.

В процессе занятия преподаватель осуществляет постоянный контроль за соблюдением требований безопасности, своевременно корректирует действия обучающихся и предупреждает возникновение потенциально опасных ситуаций.

После завершения практической работы проводится проверка комплектности робототехнических наборов, исправности оборудования и состояния рабочих мест. Особое внимание рекомендуется уделять правильной сортировке деталей конструктора, что позволяет сохранить комплектность наборов и сократить время подготовки к следующим занятиям.

Эффективной мерой профилактики нарушений техники безопасности является регулярное повторение основных правил и включение вопросов безопасной работы в содержание практических занятий. Это способствует формированию у обучающихся ответственного отношения к оборудованию и собственной безопасности.

Таким образом, организация безопасной работы с робототехническими наборами является одной из важнейших задач преподавателя. Соблюдение требований техники безопасности обеспечивает сохранность оборудования, предупреждает возникновение несчастных случаев и создаёт благоприятные условия для эффективного проведения занятий по робототехнике.

5.3 Организация групповой и проектной работы

Групповая и проектная работа являются важными составляющими обучения робототехнике, поскольку способствуют развитию у обучающихся навыков сотрудничества, ответственности и совместного решения практических задач. Задача преподавателя заключается не только в организации совместной деятельности, но и в создании условий для эффективного взаимодействия всех участников образовательного процесса.

При планировании групповой работы преподавателю рекомендуется заранее определить состав команд с учетом уровня подготовки обучающихся, их индивидуальных особенностей и способности к совместной деятельности. Оптимальной считается работа в группах по 3–4 человека, что позволяет каждому участнику активно включаться в выполнение общего задания.

Организация групповой и проектной работы представлена на рисунке 5.3.



Рисунок 5.3 – Организация групповой и проектной работы

Перед началом практической работы преподавателю необходимо определить роли участников команды. Это позволяет обеспечить равномерное распределение обязанностей и повысить ответственность каждого обучающегося за общий результат.

Пример распределения ролей представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Пример распределения ролей в группе

Роль	Основные обязанности
Конструктор	Сборка и настройка робототехнической модели
Программист	Разработка и корректировка программы управления
Аналитик	Контроль выполнения задания, анализ результатов испытаний
Докладчик	Представление результатов работы группы

В процессе выполнения задания преподаватель осуществляет педагогическое сопровождение: наблюдает за взаимодействием участников,

консультирует при возникновении затруднений и стимулирует обучающихся к самостоятельному поиску решений. При этом рекомендуется избегать прямого вмешательства в работу группы, предоставляя обучающимся возможность самостоятельно принимать решения и распределять обязанности.

Особое внимание следует уделять формированию навыков эффективного общения. Участники группы должны уметь аргументированно высказывать собственное мнение, внимательно слушать друг друга, совместно обсуждать возникающие проблемы и принимать коллективные решения.

При организации проектной работы преподавателю рекомендуется использовать задания, имеющие практическую направленность и соответствующие возрастным возможностям обучающихся. Проекты должны быть ограничены по объёму, иметь понятную цель и завершаться созданием конкретного робототехнического продукта или решением практической задачи.

После завершения работы целесообразно организовать презентацию результатов. Каждая группа представляет созданную модель, демонстрирует её работу, объясняет особенности конструкции и программы, а также отвечает на вопросы преподавателя и одноклассников.

Завершающим этапом является проведение рефлексии. Обучающиеся оценивают собственный вклад в работу группы, анализируют эффективность взаимодействия, определяют возникшие трудности и предлагают пути их преодоления. Такой подход способствует развитию навыков самооценки, ответственности и сотрудничества.

Таким образом, грамотная организация групповой и проектной работы позволяет создать условия для активного участия каждого обучающегося в образовательном процессе, способствует развитию коммуникативных компетенций, самостоятельности и ответственности, а также повышает эффективность обучения робототехнике.

5.4 Использование интерактивных методов обучения на занятиях по робототехнике

Современное обучение робототехнике предполагает активное взаимодействие обучающихся с учебным материалом, оборудованием и друг с другом. Использование интерактивных методов способствует повышению познавательной активности, развитию самостоятельности и формированию устойчивой мотивации к изучению робототехники. Задача преподавателя заключается в создании образовательной среды, в которой каждый обучающийся становится активным участником учебного процесса.

Интерактивные методы рекомендуется применять на различных этапах занятия: при мотивации, изучении нового материала, выполнении практических заданий, обсуждении результатов и проведении рефлексии.

Основные направления использования интерактивных методов представлены на рисунке 5.4.



Рисунок 5.4 – Использование интерактивных методов обучения

Одним из наиболее эффективных приёмов является организация STEM-кейсов. Обучающимся предлагаются практические ситуации, требующие применения знаний по робототехнике для решения конкретной задачи. Такие задания формируют навыки анализа, планирования и принятия решений.

Большой интерес у обучающихся вызывают практические челленджи, в ходе которых необходимо выполнить определённое задание за ограниченное время. Например, собрать робототехническую модель, пройти заданный маршрут или разработать программу с использованием датчиков. Подобные задания повышают мотивацию и способствуют развитию самостоятельности.

Для повышения наглядности и оперативной обратной связи преподавателю рекомендуется использовать цифровые образовательные сервисы. Они позволяют организовать интерактивное тестирование, проводить опросы, демонстрировать учебные материалы и получать результаты выполнения заданий в режиме реального времени.

Основные интерактивные методы и средства обучения представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Интерактивные методы обучения робототехнике

Интерактивный метод	Возможности использования
Интерактивная демонстрация	Объяснение нового материала с использованием моделей и мультимедиа
STEM-кейс	Решение практических инженерных задач
Практический челлендж	Выполнение задания в ограниченное время
Цифровые сервисы	Онлайн-тестирование, викторины, обратная связь
Мини-соревнование	Закрепление изученного материала в игровой форме
Рефлексия	Анализ результатов и самооценка деятельности

При организации занятий преподавателю рекомендуется сочетать различные интерактивные методы в зависимости от целей урока и уровня подготовки обучающихся. Наиболее эффективными являются задания, требующие совместного обсуждения, поиска решений и практического применения полученных знаний.

Особое внимание следует уделять использованию цифровых образовательных платформ. Для проведения интерактивных заданий могут применяться сервисы LearningApps, Wordwall, Quizizz, Kahoot!, а также виртуальные среды программирования и моделирования. Использование таких ресурсов позволяет разнообразить учебный процесс и повысить вовлечённость обучающихся.

Интерактивные методы особенно эффективны при изучении нового материала, закреплении практических навыков и подготовке к выполнению проектов. Их использование способствует развитию критического мышления, коммуникативных навыков и способности самостоятельно принимать решения.

Таким образом, применение интерактивных методов обучения позволяет сделать занятия по робототехнике более динамичными, практико-ориентированными и мотивирующими. Рациональное сочетание современных педагогических технологий и цифровых инструментов способствует повышению качества обучения и развитию познавательной активности обучающихся.

5.5 Типичные ошибки обучающихся при изучении робототехники и пути их предупреждения

В процессе обучения робототехнике обучающиеся неизбежно сталкиваются с различными затруднениями, связанными с конструированием, программированием и выполнением практических заданий. Своевременное выявление и анализ таких ошибок позволяют преподавателю организовать эффективную коррекционную работу и предупредить их повторное возникновение.

Основной задачей преподавателя является не только исправление допущенных ошибок, но и формирование у обучающихся навыков самостоятельного анализа причин их возникновения. Такой подход способствует развитию критического мышления, ответственности и способности принимать обоснованные решения.

Последовательность работы преподавателя при возникновении ошибок представлена на рисунке 5.5.



Рисунок 5.5 – Алгоритм работы с ошибками обучающихся

Наиболее распространённые ошибки обучающихся связаны с недостаточным анализом задания, нарушением последовательности выполнения действий, невнимательностью при сборке модели, ошибками при составлении программы и недостаточным тестированием полученного результата.

Для предупреждения подобных ситуаций преподавателю рекомендуется организовывать работу таким образом, чтобы обучающиеся последовательно выполняли все этапы задания, проверяли правильность своих действий и анализировали промежуточные результаты.

Наиболее типичные ошибки и способы их предупреждения представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Типичные ошибки обучающихся и пути их предупреждения

Типичная ошибка	Возможная причина	Рекомендации преподавателю
Неправильная сборка модели	Невнимательное изучение инструкции	Организовать поэтапную проверку конструкции
Ошибки в программе	Нарушение последовательности команд	Использовать пошаговую отладку программы
Робот не выполняет задание	Недостаточное тестирование	Предусмотреть обязательную проверку после каждого этапа работы
Неправильное использование датчиков	Недостаточное понимание условий работы	Организовать демонстрацию и экспериментальную проверку
Неэффективное взаимодействие в группе	Отсутствие распределения обязанностей	Чётко определить роли участников перед началом работы
Потеря интереса к выполнению задания	Слишком высокая или низкая сложность	Подбирать задания в соответствии с уровнем подготовки обучающихся

Особое внимание рекомендуется уделять организации обсуждения ошибок после выполнения практических заданий. Совместный анализ позволяет обучающимся определить причины возникших затруднений, сравнить различные способы решения задачи и выбрать наиболее эффективный вариант.

При исправлении ошибок преподавателю следует избегать готовых решений. Более эффективным является использование наводящих вопросов, позволяющих обучающимся самостоятельно обнаружить и устранить допущенные неточности. Такой подход способствует развитию самостоятельности и формированию устойчивых навыков анализа собственной деятельности.

Эффективным приёмом предупреждения ошибок является организация взаимопроверки и самооценки. После завершения практической работы обучающиеся могут проверить конструкцию или программу по заранее подготовленному контрольному листу, выявить возможные недочёты и устранить их до итоговой проверки преподавателем.

Следует учитывать, что ошибки являются естественной частью процесса обучения робототехнике. Их анализ способствует более глубокому пониманию изучаемого материала, развитию навыков поиска решений и формированию положительного отношения к преодолению трудностей.

Таким образом, своевременное выявление, анализ и предупреждение типичных ошибок позволяет повысить качество обучения робототехнике, способствует развитию самостоятельности обучающихся и формирует устойчивые навыки решения практических задач.

5.6 Развитие творческих и исследовательских способностей обучающихся на занятиях по робототехнике

Развитие творческих и исследовательских способностей является одной из важнейших задач преподавания робототехники в начальной школе. Образовательная робототехника предоставляет обучающимся возможность не только выполнять готовые задания, но и самостоятельно искать способы решения практических задач, экспериментировать с различными конструкциями и разрабатывать собственные технические решения.

Задача преподавателя заключается в создании образовательной среды, стимулирующей инициативность, самостоятельность и познавательную активность обучающихся. Для этого рекомендуется использовать задания открытого типа, допускающие несколько вариантов решения и побуждающие детей к поиску наиболее эффективного способа достижения поставленной цели.

Основные направления развития творческих и исследовательских способностей представлены на рисунке 5.6.



Рисунок 5.6 – Направления развития творческих и исследовательских способностей обучающихся

Одним из эффективных приёмов является использование проблемных ситуаций, в которых отсутствует единственно правильное решение. Выполняя такие задания, обучающиеся учатся анализировать условия, предлагать различные варианты действий, сравнивать полученные результаты и выбирать наиболее рациональное решение.

Особое внимание рекомендуется уделять организации экспериментальной деятельности. В процессе выполнения практических заданий обучающиеся могут изменять параметры конструкции или программы, наблюдать влияние внесённых изменений на работу робота и делать выводы на основе полученных результатов. Такой подход способствует развитию исследовательского мышления и навыков анализа.

Основные педагогические приёмы развития творческих и исследовательских способностей представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Педагогические приёмы развития творческих и исследовательских способностей

Педагогический приём	Практическая реализация
Проблемные задания	Поиск нескольких способов решения одной задачи
Творческие задания	Самостоятельное создание конструкции или программы
Экспериментирование	Проверка различных вариантов выполнения задания
Конструирование без готовой инструкции	Разработка собственной модели
Обсуждение результатов	Анализ различных вариантов решения
Самооценка и рефлексия	Осмысление собственного опыта и определение направлений дальнейшего развития

Важную роль играет создание благоприятной психологической атмосферы на занятиях. Преподавателю рекомендуется поддерживать

инициативу обучающихся, положительно воспринимать нестандартные идеи и рассматривать ошибки как естественную часть процесса обучения. Это способствует развитию уверенности в собственных возможностях и формирует готовность к самостоятельному поиску решений.

Для поддержания устойчивого интереса к робототехнике целесообразно использовать задания различного уровня сложности, постепенно увеличивая степень самостоятельности обучающихся. По мере накопления опыта преподаватель может уменьшать объём подсказок, предоставляя детям возможность самостоятельно принимать решения и оценивать их эффективность.

Эффективным средством развития творческого потенциала являются мини-конкурсы, инженерные задачи, конструкторские челленджи и моделирование реальных жизненных ситуаций, в которых робототехнические устройства могут использоваться для решения практических проблем. Такие задания позволяют обучающимся применять полученные знания в новых условиях и развивать инженерное мышление.

Таким образом, развитие творческих и исследовательских способностей обучающихся требует систематического использования педагогических приёмов, направленных на стимулирование самостоятельности, инициативности и практической деятельности. Создание условий для поиска собственных решений, экспериментирования и анализа результатов способствует формированию устойчивого интереса к робототехнике и успешному развитию инженерного мышления.

ГЛАВА 6 ОЦЕНИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Формативное и суммативное оценивание

Оценивание результатов обучения в образовательной робототехнике представляет собой важный компонент образовательного процесса, обеспечивающий получение объективной информации о степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения (см.рис.6.1).

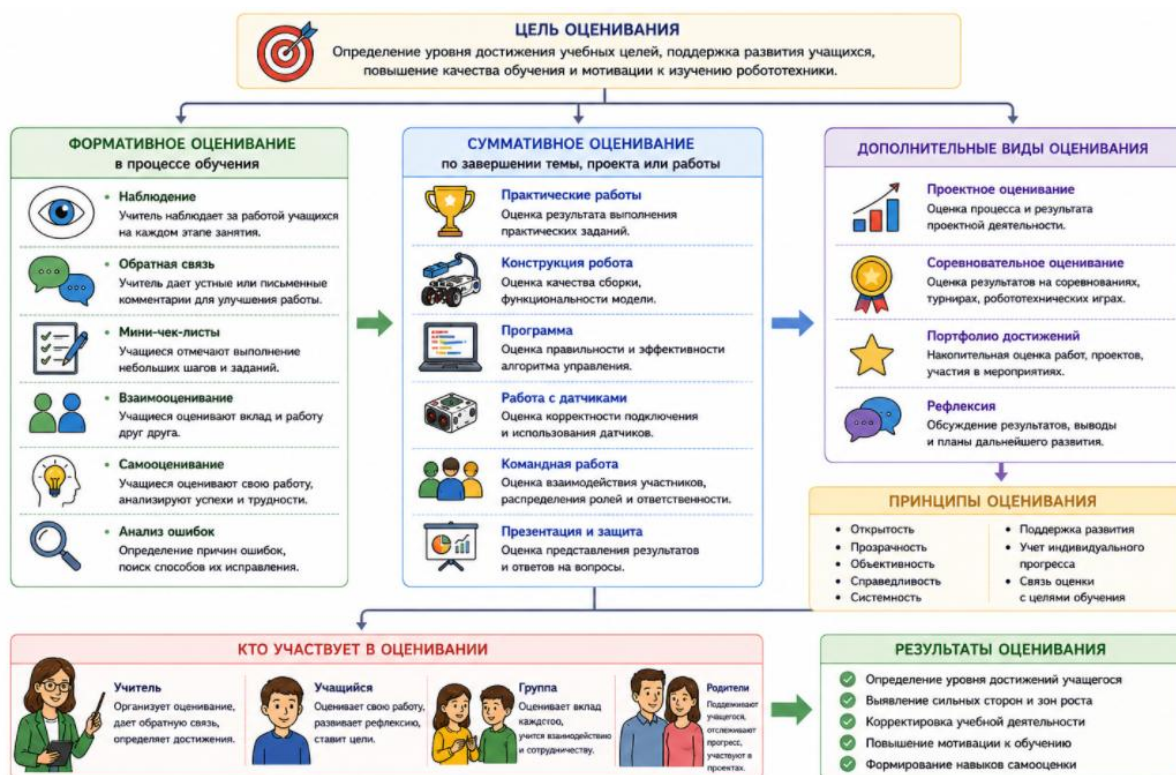


Рисунок 6.1 – Система оценивания результатов обучения робототехнике

Система оценивания должна сочетать различные виды педагогической оценки: формативное, суммативное, самооценивание и взаимооценивание. Такой подход позволяет учитывать не только конечный результат, но и процесс выполнения задания, степень самостоятельности обучающихся, их вклад в совместную деятельность и способность анализировать собственные действия.

Таблица 6.1 – Формативное и суммативное оценивание в робототехнике

Вид оценивания	Назначение	Пример применения
Формативное	Поддержка обучения в процессе работы	Комментарий учителя во время сборки
Самооценивание	Развитие рефлексии учащегося	Учащийся отмечает, что получилось
Взаимооценивание	Развитие командной ответственности	Группа оценивает вклад участников

Суммативное	Итоговая оценка результата	Оценка проекта или практической работы
Проектное оценивание	Оценка продукта и процесса	Защита робототехнического проекта

Суммативное оценивание проводится по завершении темы, раздела, практической работы или проекта. Оно позволяет определить уровень достижения учебных целей и качество выполненного результата.

Суммативное оценивание может применяться при:

- завершении практической работы;
- защите проекта;
- участии в соревновании;
- выполнении итогового задания;
- демонстрации работы робота.

При организации оценивания в начальной школе преподавателю рекомендуется использовать поддерживающий подход, ориентированный на развитие познавательной активности обучающихся. Даже если задание выполнено не полностью, целесообразно учитывать проявленную самостоятельность, правильность рассуждений, стремление к поиску решения, способность исправлять ошибки и эффективность взаимодействия в группе. Такой подход способствует формированию положительной учебной мотивации и развитию уверенности обучающихся в собственных возможностях.

6.2 Критерии оценивания практических работ

Практические работы являются основным объектом оценивания в образовательной робототехнике, поскольку именно в процессе их выполнения обучающиеся демонстрируют уровень сформированности знаний, практических умений и универсальных учебных действий (см.рис. 6.2)



Рисунок 6.2 – Критерии оценивания практической работы по робототехнике

Комплексное оценивание практической работы позволяет учитывать как конечный результат выполнения задания, так и процесс деятельности обучающихся. При оценивании рекомендуется анализировать качество конструкции, корректность программы, правильность использования датчиков, степень самостоятельности, соблюдение последовательности выполнения задания и способность обучающихся анализировать полученные результаты.

Таблица 6.2 – Критерии оценивания практической работы по робототехнике

Критерий	Дескриптор	Баллы
Конструкция робота	Робот собран устойчиво, аккуратно, функционально	20
Программа	Алгоритм соответствует заданию и выполняется корректно	20
Работа с датчиками	Датчики подключены правильно и используются по назначению	20
Выполнение задания	Робот выполняет поставленную задачу	20
Командная работа	Участники взаимодействуют и распределяют роли	10
Рефлексия	Учащиеся анализируют ошибки и предлагают улучшения	10
Итого		100

Таблица 6.3 – Уровни выполнения практической работы

Уровень	Характеристика
Высокий	Задание выполнено полностью, робот работает стабильно, программа корректна
Достаточный	Задание в основном выполнено, есть незначительные ошибки
Базовый	Задание выполнено частично, требуется помощь учителя
Начальный	Задание не завершено, имеются существенные ошибки

При оценивании практических работ преподавателю рекомендуется заранее знакомить обучающихся с критериями оценивания. Это обеспечивает прозрачность процедуры оценки, способствует развитию навыков самооценки и позволяет обучающимся осознанно планировать собственную деятельность при выполнении практических заданий.

6.3 Оценивание проектной деятельности

Проектная деятельность является одним из наиболее эффективных способов проверки сформированности предметных знаний, практических умений и универсальных компетенций обучающихся. Оценивание робототехнического проекта должно учитывать не только конечный результат, но и процесс выполнения проекта, степень самостоятельности обучающихся, качество командного взаимодействия и способность аргументированно представлять полученные результаты (см.рис.6.3).

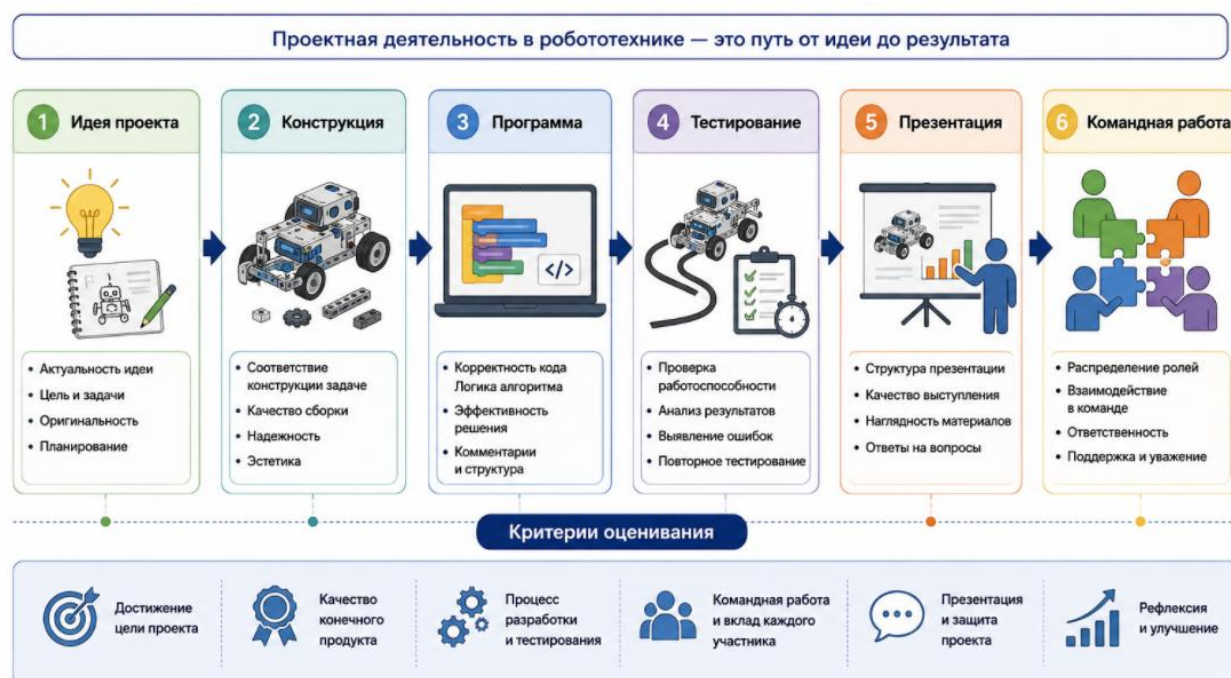


Рисунок 6.3 – Оценивание проектной деятельности учащихся по робототехнике

Комплексное оценивание проекта предполагает анализ нескольких взаимосвязанных компонентов: качества разработанной конструкции,

корректности программного обеспечения, соответствия проекта поставленной задаче, самостоятельности выполнения работы, эффективности командного взаимодействия и уровня представления результатов. Такой подход обеспечивает объективную оценку как процесса работы, так и итогового продукта.

Таблица 6.4 – Критерии оценивания робототехнического проекта

Критерий	Дескриптор	Баллы
Актуальность идеи	Проект имеет понятную цель и практическое значение	15
Конструкция	Модель устойчива, функциональна и соответствует задаче	20
Программа	Алгоритм работает корректно и решает поставленную задачу	20
Использование датчиков	Датчики применяются обоснованно и эффективно	15
Тестирование	Проведена проверка работы и исправление ошибок	10
Командная работа	Роли распределены, участники взаимодействуют	10
Презентация	Проект представлен логично и понятно	10
Итого		100

При оценивании проектной деятельности преподавателю рекомендуется заранее ознакомить обучающихся с критериями оценки и порядком защиты проекта. Использование единых критериев обеспечивает объективность оценивания, способствует развитию навыков самооценки и позволяет обучающимся осознанно планировать процесс выполнения проектной работы.

Чек-лист самооценки проекта

Вопрос	Да	Частично	Нет
Наша модель соответствует задаче	☐	☐	☐
Робот выполняет основную функцию	☐	☐	☐
Программа работает корректно	☐	☐	☐
Мы протестировали модель	☐	☐	☐
Мы исправили ошибки	☐	☐	☐
Каждый участник выполнил свою роль	☐	☐	☐
Мы готовы представить проект	☐	☐	☐

6.4 Рубрики, дескрипторы и чек-листы

Для обеспечения объективности и прозрачности процедуры оценивания в образовательной робототехнике преподавателю рекомендуется использовать единые инструменты педагогического оценивания. Наиболее эффективными из них являются рубрики, дескрипторы и чек-листы, позволяющие стандартизировать процесс проверки результатов обучения и сделать критерии оценки понятными для обучающихся.



Рисунок 6.4 – Рубрики, дескрипторы и чек-листы в оценивании робототехники

Использование рубрик, дескрипторов и чек-листов обеспечивает единый подход к оцениванию различных видов деятельности обучающихся. Каждый инструмент выполняет собственную функцию: рубрика определяет уровни достижения результата, дескрипторы конкретизируют требования к выполнению задания, а чек-лист позволяет быстро проверить выполнение обязательных элементов работы. Комплексное применение этих инструментов повышает объективность педагогической оценки и облегчает организацию обратной связи.

Таблица 6.5 – Рубрика оценивания проекта по робототехнике

Критерий	Высокий уровень — 4 балла	Достаточный уровень — 3 балла	Базовый уровень — 2 балла	Начальный уровень — 1 балл
Конструкция	Прочная, устойчивая, функциональная	В целом устойчивая, есть мелкие недочеты	Частично устойчивая, требуется доработки	Неустойчивая, не выполняет функцию
Программа	Работает без ошибок	Есть незначительны е ошибки	Работает частично	Не работает
Датчики	Используются правильно	Есть небольшие неточности	Используются частично	Не используются
Командная работа	Все роли распределены	Большинство участников вовлечены	Участие неравномерное	Работа не организована
Презентация	Логичная, понятная, уверенная	Понятная, но есть недочеты	Неполная	Не подготовлена

Чек-лист выполнения практической работы

Действие	Выполнено
Робот собран по заданию	☐
Моторы подключены правильно	☐
Датчики подключены правильно	☐
Программа создана	☐
Программа протестирована	☐
Ошибки исправлены	☐
Результат представлен	☐

При разработке оценочных материалов преподавателю рекомендуется использовать единые рубрики, дескрипторы и чек-листы для всех обучающихся. Предварительное ознакомление обучающихся с этими инструментами способствует повышению прозрачности оценивания, развитию навыков самооценки и формированию ответственности за результаты собственной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное развитие цифровых технологий, автоматизированных систем и STEM-образования определяет необходимость внедрения образовательной робототехники в систему школьного образования Республики Казахстан. Робототехника выступает не только как техническое направление обучения, но и как эффективное средство формирования у обучающихся инженерного мышления, исследовательских компетенций, цифровой грамотности и навыков решения практических задач.

В условиях обновленного содержания образования Республики Казахстан особое значение приобретает подготовка педагогов, способных организовывать современный образовательный процесс с использованием STEM-подхода, цифровых технологий и робототехнических платформ. В этой связи дисциплина «Методика преподавания робототехники в начальной школе» направлена на формирование у будущих учителей профессиональных компетенций, необходимых для организации практико-ориентированного, исследовательского и проектного обучения учащихся начальной школы.

В учебно-методическом пособии рассмотрены теоретические основы образовательной робототехники, особенности цифровизации образования, современные педагогические технологии и методические аспекты организации занятий по робототехнике в начальной школе. Особое внимание уделено вопросам обучения конструированию и программированию, использованию датчиков и сенсорных систем, организации проектной деятельности учащихся, а также применению современных цифровых образовательных ресурсов.

Практическая часть пособия направлена на формирование у будущих педагогов навыков организации занятий по робототехнике, проектирования учебного процесса, разработки практических заданий, использования цифровых образовательных ресурсов и оценки результатов обучения. Выполнение практических работ способствует развитию методической компетентности, цифровой грамотности, инженерного мышления и готовности к профессиональной деятельности в условиях современной образовательной среды.

Важной особенностью современного обучения робототехнике является его практико-ориентированный характер, обеспечивающий активное вовлечение учащихся в образовательный процесс через решение практических задач, выполнение проектов и проведение элементарных исследований. Такой подход способствует развитию самостоятельности, творческого мышления, умения работать в команде и применять полученные знания на практике.

Отдельное внимание в пособии уделено вопросам критериального оценивания, организации инклюзивного обучения и использованию инструментов искусственного интеллекта в образовательном процессе, что

соответствует современным тенденциям развития образования и требованиям цифровой трансформации общества.

Таким образом, образовательная робототехника является важным компонентом современной образовательной среды и эффективным инструментом формирования компетенций XXI века у учащихся начальной школы. Подготовка будущих педагогов к преподаванию робототехники способствует повышению качества STEM-образования, развитию инновационных подходов к обучению и формированию готовности обучающихся к жизни и деятельности в условиях технологического общества.

Материалы данного учебно-методического пособия могут быть использованы при подготовке студентов педагогических специальностей, организации кружковой и проектной деятельности, разработке образовательных программ по робототехнике, а также в практической деятельности учителей информатики, STEM-педагогов и педагогов дополнительного образования.

Перспективы дальнейшего развития образовательной робототехники связаны с расширением использования искусственного интеллекта, виртуальных и дополненных образовательных сред, облачных технологий и персонализированных образовательных решений. Их внедрение будет способствовать дальнейшей модернизации системы образования Республики Казахстан и подготовке обучающихся к успешной деятельности в условиях цифровой экономики будущего.

Список литературы

1. Закон Республики Казахстан от 27 июля 2007 года № 319-III «Об образовании» (с изменениями и дополнениями).
2. Государственный общеобязательный стандарт высшего и послевузовского образования Республики Казахстан. – Астана, 2022 (с изменениями и дополнениями).
3. Инструктивно-методическое письмо «Об особенностях организации образовательного процесса в организациях среднего образования Республики Казахстан в 2025–2026 учебном году». – Астана : Министерство просвещения Республики Казахстан, 2025.
4. LEGO Education. LEGO® MINDSTORMS® Education EV3. Руководство пользователя. – Billund : LEGO Education, 2019.
5. Бешенков С. А., Ракитина Е. А. Образовательная робототехника: теория и методика обучения. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020.
6. Papert S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. – 2nd ed. – New York : Basic Books, 1993.
7. UNESCO. ICT Competency Framework for Teachers. – Paris : UNESCO, 2018.
8. OECD. The Future of Education and Skills 2030. – Paris : OECD Publishing, 2019.
9. Bybee R. W. The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. – Arlington, VA : NSTA Press, 2013.
10. OpenAI. ChatGPT (GPT-5.5): генерация иллюстраций с использованием искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://chatgpt.com/>

МЕСТО РОБОТОТЕХНИКИ В ОБРАЗОВАНИИ

Робототехника — это междисциплинарная образовательная технология, которая объединяет науку, технологии, инженерию, математику и творчество, способствуя развитию личности и подготовке к жизни в современном технологическом обществе.

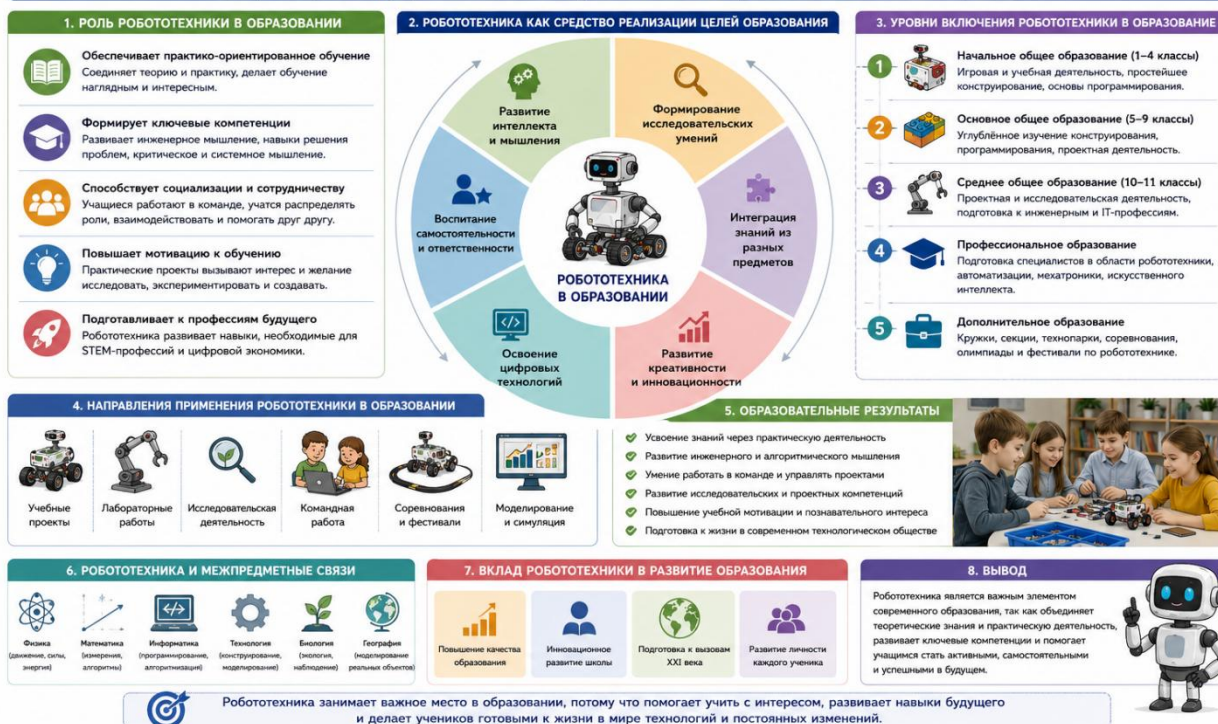
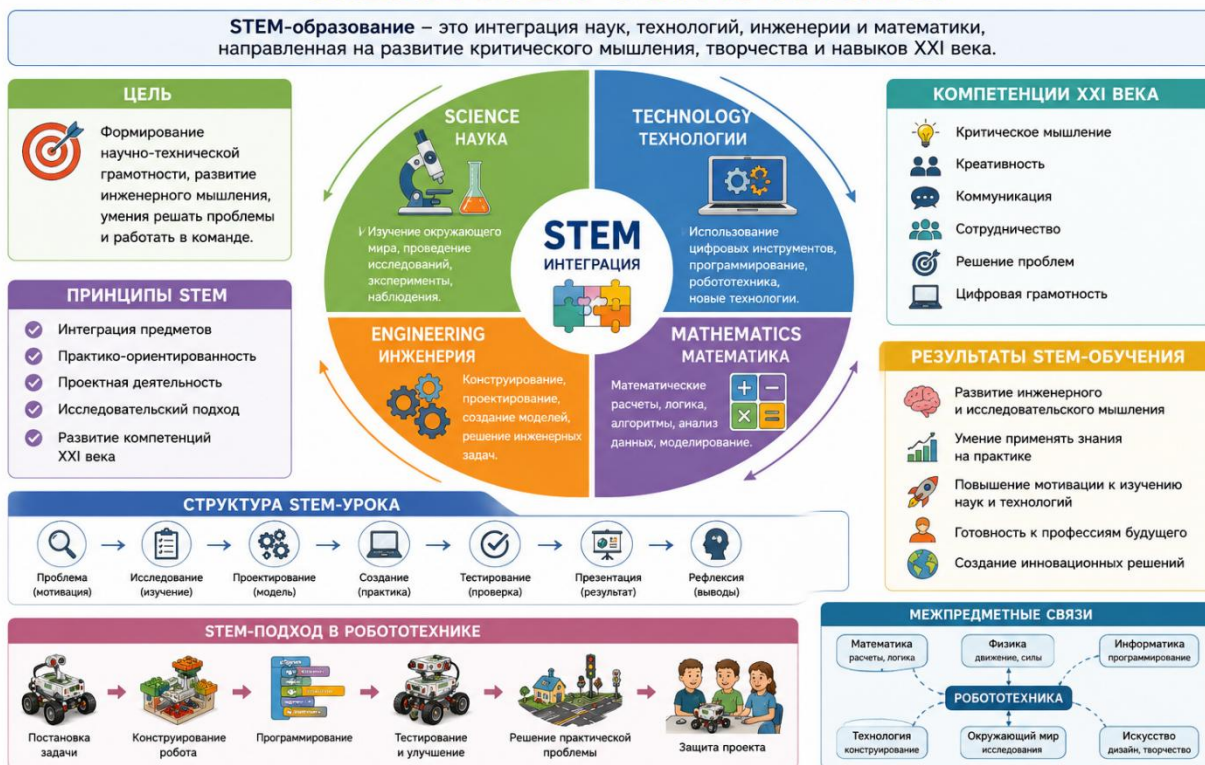


СХЕМА STEM-ОБРАЗОВАНИЯ



РОЛЬ РОБОТОТЕХНИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Робототехника – это эффективный инструмент формирования ключевых компетенций, развития инженерного мышления, исследовательских навыков и подготовки учащихся к жизни в современном технологическом обществе.

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОЛЬ

-  **Повышает качество обучения**
Робототехника делает обучение наглядным, практическим и интересным.
-  **Развивает критическое и логическое мышление**
Учащиеся учатся анализировать задачи, находить решения и делать выводы.
-  **Формирует исследовательские навыки**
Робототехника стимулирует интерес к исследованиям и экспериментам.
-  **Развивает коммуникативные навыки**
Работа в команде над проектами учит сотрудничеству и взаимопомощи.
-  **Повышает мотивацию к обучению**
Интерес к роботам способствует активному участию в учебном процессе.

2. РАЗВИТИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ XXI ВЕКА



3. ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ

-  **Интеграция предметов**
Робототехника объединяет знания из математики, физики, информатики, технологии и др.
-  **Практико-ориентированный подход**
Учащиеся применяют теорию на практике, создавая работающие модели.
-  **Индивидуализация обучения**
Возможность адаптации заданий под уровень подготовки каждого ученика.
-  **Формативное оценивание**
Робототехнические проекты позволяют оценивать процесс и результат деятельности.
-  **Подготовка к будущему**
Формируются навыки, необходимые для профессий будущего в области технологий и инженерии.

4. ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ УЧАЩИХСЯ

- 
- ✓ Развитие инженерного мышления
 - ✓ Умение планировать и анализировать
 - ✓ Навыки проектной деятельности
 - ✓ Устойчивость к трудностям
 - ✓ Повышение уверенности в себе
 - ✓ Интерес к науке и технологиям

5. НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

- 
- УРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**
- 
- ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**
- 
- СОРЕВНОВАНИЯ И ФЕСТИВАЛИ**
- 
- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ**
- 
- РЕШЕНИЕ РЕАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ**

6. РЕЗУЛЬТАТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ



7. ВЫВОД

Робототехника играет важную роль в современном образовании, так как способствует развитию интеллекта, творческих способностей, инженерного мышления и навыков XXI века. Она делает обучение увлекательным, практическим и значимым, позволяя учащимся стать активными создателями технологий будущего.

